



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMIA

UNIDAD DE INVESTIGACION AGRICOLA



ACTA DE SUSTENTACION N° 001 - UIFA - 2019

EJECUTOR : MANUEL WENCESLAO NIZAMA BOBADILLA
ASESOR : ING. WALTER RAMIREZ CHACON
CO - ASESOR : ING. LEYVA GIL ALFIO


Los miembros del Jurado que suscriben, nombrados con Resolución N°271 – 17- CIAFA – UNP, se dictaminan que el trabajo de Investigación “EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN DEL CANAL SINCHAO DESDE LA PROGRESIVA 0+000 HASTA LA PROGRESIVA 7+600, PARA OPTIMIZAR LA DOTACIÓN DE AGUA DEL SUBSECTOR HIDRÁULICO SINCHAO PARTE ALTA – JUNTA DE USUARIOS DEL SECTOR HIDRÁULICO MEDIO Y BAJO PIURA” presentado por el Bachiller MANUEL WENCESLAO NIZAMA BOBADILLA, para optar el Título de Ingeniero Agrícola de la Universidad Nacional de Piura, está en calidad de :


APROBADO				DESAPROBADO
Excelente	Sobresaliente	Muy Bueno	Bueno	
		X		


En consecuencia queda en condición de ser calificado APTO por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Piura y recibir el **TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRICOLA** de conformidad con lo estipulado en la ley.

En fe de lo cual se firma la presente, a los tres días de enero del dos mil diecinueve.

Piura, 03 de enero del 2019


.....
Dr. Fernando A. Noé Cisneros
Presidente


.....
Ing. Carlos M. Cabrejos Vásquez
Vocal


.....
Ing. Víctor H. Timaná Paz
Secretario

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN DEL
CANAL SINCHAO DESDE LA PROGRESIVA 0+000 HASTA LA
PROGRESIVA 7+600, PARA OPTIMIZAR LA DOTACIÓN DE
AGUA DEL SUBSECTOR HIDRÁULICO SINCHAO PARTE ALTA
– JUNTA DE USUARIOS DEL SECTOR HIDRÁULICO MEDIO Y
BAJO PIURA”**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÍCOLA**

PRESENTADO POR:

BR. MANUEL WENCESLAO NIZAMA BOBADILLA

PIURA - PERÚ

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

**“EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN DEL CANAL SINCHAO
DESDE LA PROGRESIVA 0+000 HASTA LA PROGRESIVA 7+600, PARA
OPTIMIZAR LA DOTACIÓN DE AGUA DEL SUBSECTOR HIDRÁULICO
SINCHAO PARTE ALTA – JUNTA DE USUARIOS DEL SECTOR HIDRÁULICO
MEDIO Y BAJO PIURA”**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÍCOLA

ING. WALTER MARIO RAMÍREZ CHACÓN
ASESOR

ING. ALFIO LEYVA GIL
CO - ASESOR

BR. MANUEL WENCESLAO NIZAMA BOBADILLA
TESISTA

PIURA, PERÚ

2019

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS

Yo, Manuel Wenceslao Nizama Bobadilla, identificado con DNI N° 77033549, Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, de la Facultad de Agronomía y domiciliado en calle Lima 703 del Distrito de Castilla, Provincia de Piura, Departamento de Piura, celular: 954686232, email: manuel.nizama.mn@gmail.com.

DECLARO BAJO JURAMENTO: que la tesis que presento es original e inédita, no siendo copia parcial ni total de una tesis desarrollada, y/o realizada en el Perú o en el Extranjero, en caso contrario de resultar falsa la información que proporciono, me sujeto a los alcances de lo establecido en el Art. N° 411, del código Penal concordante con el Art. 32° de la Ley N° 2744, y Ley del Procedimiento Administrativo General y las Normas Legales de Protección a los Derechos de Autor.

En fe de lo cual firmo la presente.

Piura, Enero del 2018



.....
Br. Manuel Wenceslao Nizama Bobadilla

DNI N° 77033549



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

**“EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN DEL CANAL SINCHAO
DESDE LA PROGRESIVA 0+000 HASTA LA PROGRESIVA 7+600, PARA
OPTIMIZAR LA DOTACIÓN DE AGUA DEL SUBSECTOR HIDRÁULICO
SINCHAO PARTE ALTA – JUNTA DE USUARIOS DEL SECTOR HIDRÁULICO
MEDIO Y BAJO PIURA”**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÍCOLA

BR. MANUEL WENCESLAO NIZAMA BOBADILLA

APROBADO POR:

DR. FERNANDO ANTONIO NOÉ CISNEROS
PRESIDENTE

ING. CARLOS MIGUEL CABREJOS VÁSQUEZ
VOCAL

ING. VÍCTOR HUGO TIMANÁ PAZ
SECRETARIO

PIURA, PERÚ

2019

DEDICATORIA

A Dios por todas las oportunidades que me brinda.

A mis padres José Leoncio Nizama Torres y Criseida Bobadilla Peña, por su gran esfuerzo y ser partícipes en mi desarrollo personal y profesional.

A mis hermanos Ken, Ada, José y Cielo, quienes me motivaron y apoyaron en todo momento.

A mi novia María Fernanda, por impulsarme constantemente y ser parte de mi motivación e inspiración.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Piura, fuente de mi formación profesional y personal.

Al Ing. Walter Mario Ramírez Chacón, por brindarme la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento para el desarrollo de esta investigación.

Al Ing. Leónidas Silva Mechato, por brindarme apoyo, dedicación e incentivar me en realizar esta investigación.

A la Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Menor Medio y Bajo Piura y a la Comisión de Usuarios Sinchao Parte Alta, por apoyarme permitirme realizar esta investigación.

RESUMEN

Sinchao es un canal lateral de primer orden, cuya captación está en la progresiva 23+896 Km del canal Biaggio Arbulu. Está revestido y tiene 9.11 Km de longitud, pertenece al subsector hidráulico Sinchao Parte Alta, y está ubicado en los distritos de La Arena y Catacaos.

El objetivo de esta investigación, es evaluar la eficiencia de conducción del canal Sinchao desde la progresiva 0+000 hasta la progresiva 7+600, con la finalidad de determinar las pérdidas de conducción y optimizar la dotación de agua del subsector hidráulico.

La metodología consistió en recopilar información; actualizar el inventario de la infraestructura hidráulica; calcular las pérdidas por conducción; y realizar aforos utilizando el correntómetro y las compuertas, de esta manera determinar la eficiencia por conducción.

De la actualización del inventario de la infraestructura hidráulica, se obtuvo que el canal Sinchao tiene una baja densidad de vegetación y hay un punto crítico en la progresiva 5+003 Km con presencia de agrietamiento; además el 82.35% de las 17 tomas laterales de segundo orden se encuentra en buen estado.

Las pérdidas de agua por infiltración y evaporación del canal Sinchao para un caudal promedio de 7.07 m³/s, es $P = 0.0057$ m³/s-Km, lo que representa solo el 0.61% de pérdidas.

Se evaluó la eficiencia de conducción para caudal mínimo y máximo, así mismo se obtuvo una eficiencia de conducción de 97.83%, que representa pérdidas totales de 0.020 m³/s-Km.

La eficiencia de conducción que ha sido establecida en el Sistema Integral de Manejo y Gestión del Agua (SIGMA) es 93.08%, es decir hay una diferencia de 4.81% de agua que se está desperdiciando, lo que permitiría beneficiar a la comisión de usuarios Sinchao.

La eficiencia en el canal Sinchao entre lo programado y lo recibido es 100%, y entre lo programado y lo distribuido es 84%, considerados aceptable.

Palabras clave: *eficiencia, infiltración, evaporación, conducción, aforo.*

ABSTRACT

Sinchao is a lateral channel of the first order, whose catchment is in the progressive 23 + 896 Km. of the Biaggio Arbulu channel. It is covered and is 9.11 km long, belongs to the Sinchao Parte Alta hydraulic subsector, and is located in the districts of La Arena and Catacaos.

The objective of this research is to evaluate the efficiency of Sinchao channel conduction from the progressive 0 + 000 to the progressive 7 + 600, in order to determine the loss of driving and optimize the water supply of the hydraulic subsector.

The methodology consisted in gathering information; update the inventory of the hydraulic infrastructure; calculate losses by conduction; and make the use of current meter and gates.

The update of the inventory of the hydraulic infrastructure, it is obtained that the Sinchao channel has a low density of vegetation and there is a critical point in the progressive 5 + 003 Km. With the presence of cracking; In addition, 82.35% of the 17 second order intakes are in good condition.

Water losses due to infiltration and evaporation of the Sinchao channel for an average flow of 7.07 m³ / s, is $P = 0.0057 \text{ m}^3 / \text{s-Km}$, which represents only 0.61% of losses.

The conduction efficiency was evaluated for a minimum and maximum flow, as well as a driving efficiency of 97.83%, which represents a total of 0.020 m³ / s-Km.

The driving efficiency that has been established in the Integrated Water Management and Management System (SIGMA) is 93.08%, that is, there is a difference of 4.81% of water that is wasting, which would benefit the Sinchao user commission.

The efficiency in the Sinchao channel between the programmed and the received is 100%, and between the programmed and the distributed is 84%.

Keywords: *efficiency, infiltration, evaporation, conduction, capacity.*

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. ASPECTOS GENERALES	2
1.1. PROBLEMÁTICA	2
1.2. JUSTIFICACIÓN	2
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. Objetivo General	3
1.3.2. Objetivos Específicos	3
1.4. HIPÓTESIS	3
1.4.1. Hipótesis General	3
1.4.2. Hipótesis Específicas.....	3
CAPÍTULO 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
2.1. MARCO LEGAL.....	5
2.1.1. Ley de Recursos Hídricos Ley N° 29338	5
2.1.2. Reglamento de operadores de infraestructura hidráulica R.J. N° 892-2011-ANA	6
2.1.3. Lineamientos para determinar y establecer los parámetros de eficiencia para el aprovechamiento de los recursos hídricos. R.J. N° 107-2016-ANA	7
2.2. ANTECEDENTES	7
2.3. MARCO BIBLIOGRÁFICO	10
2.3.1. Eficiencia de conducción.....	10
2.3.2. Pérdidas en conducción	12
2.3.3. Fuentes de baja eficiencia.....	13
2.3.4. Aforos	15
2.3.5. Distribución de velocidades	18
2.3.6. Velocidad del flujo.	19

2.3.7. Características técnicas Molinete OTT C31	19
CAPÍTULO 3. MATERIALES Y METODOLOGÍA	21
3.1. MATERIALES	21
3.1.1. Ubicación y acceso al proyecto	21
3.1.2. Descripción de la zona de investigación.....	23
3.1.3. Materiales y equipo	29
3.2. METODOLOGÍA.....	30
3.2.1. Actividades preliminares	30
3.2.2. Fase de campo	31
3.2.3. Fase de gabinete	35
CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
4.1. ACTUALIZACIÓN DEL INVENTARIO DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA Y OBRAS DE ARTE	40
4.1.1. Inventario de la infraestructura hidráulica.....	41
4.1.2. Inventario de obras de arte.....	44
4.2. PÉRDIDAS POR CONDUCCIÓN	45
4.2.1. Pérdidas por infiltración	45
4.2.2. Pérdidas por evaporación	47
4.3. EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN	50
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	59
5.1. CONCLUSIONES	59
5.2. RECOMENDACIONES.....	60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
ANEXOS	61

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1. Cálculo de la velocidad media del flujo	19
Cuadro 2.2. Características técnicas molinete OTT C31.....	20
Cuadro 2.3. Margen de medición de la hélice	20
Cuadro 3.1. Vías de acceso.....	23
Cuadro 3.2. Comisiones de usuarios del ámbito del canal Sinchao	25
Cuadro 3.3. Módulo de riego y precio de tarifa de agua - Año 2018.....	26
Cuadro 3.4. Cultivos instalados campaña grande 2018.....	29
Cuadro 3.5. Leyenda del estado de la infraestructura hidráulica.....	32
Cuadro 3.6. Leyenda del estado de las obras de arte	32
Cuadro 3.7. Registro de aforo con correntómetro	37
Cuadro 4.1. Bloque de riego.....	40
Cuadro 4.2. Laterales del subsector hidráulico Sinchao Parte Alta.....	40
Cuadro 4.3. Laterales del ámbito de estudio	40
Cuadro 4.4. Inventario de lateral de primer orden.....	41
Cuadro 4.5. Inventario de laterales de segundo orden.....	43
Cuadro 4.6. Inventario de obras de arte.....	44
Cuadro 4.7. Características del canal Sinchao.....	45
Cuadro 4.8. Características de los tramos evaluados	45
Cuadro 4.9. Pérdidas por infiltración usando la fórmula de Uginchus	47
Cuadro 4.10. Evaporación con el método Penman-Monteith (1973-2015).....	47
Cuadro 4.11. Superficie de agua expuesta a la evaporación por tramos	48
Cuadro 4.12. Pérdidas por infiltración y por evaporación.....	49

Cuadro 4.13. Resumen de pérdidas por infiltración y evaporación.....	49
Cuadro 4.14. Pedidos de agua aprobado de la Comisión de Usuarios Sinchao Parte Alta	51
Cuadro 4.15. Evaluación de la eficiencia de conducción del aforo N° 01.....	52
Cuadro 4.16. Evaluación de la eficiencia de conducción del aforo N° 02.....	52
Cuadro 4.17. Evaluación de la eficiencia de conducción del aforo N° 03.....	53
Cuadro 4.18. Evaluación de la eficiencia de conducción del aforo N° 04.....	53
Cuadro 4.19. Evaluación de la eficiencia de conducción del aforo N° 05.....	54
Cuadro 4.20. Evaluación de la eficiencia de conducción del aforo N° 06.....	54
Cuadro 4.21. Evaluación de la eficiencia de conducción del aforo N° 07.....	55
Cuadro 4.22. Evaluación de la eficiencia de conducción del aforo N° 08.....	55
Cuadro 4.23. Resumen de las eficiencias de conducción del canal Sinchao.....	56
Cuadro 4.24. Análisis de eficiencias operativas del canal Sinchao.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. Plano de ubicación de la zona	21
---	----

Figura 3.2. Imagen satelital de la zona de investigación	23
Figura 3.3. Pasos para pedido de agua	27
Figura 3.4. Procedimiento para la Distribución de Agua	28
Figura 3.5. Método área – velocidad	34
Figura 3.6. Seccionamiento del canal	34
Figura 3.7. Velocidad media.....	34
Figura 3.8. Elementos de una compuerta	35
Figura 4.1. Variación de la evaporación (mm/día) según cada mes.....	48
Figura 4.2. Caudal vs Eficiencia de conducción	56

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. FORMATOS	65
ANEXO 2. APLICACIÓN DEL SOFTWARE HCANALES Y CROPWAT	68
ANEXO 3. REGISTRO DE AFOROS	70
ANEXO 4. INVENTARIO DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA	81
ANEXO 5. PLAN DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA	85
ANEXO 6. ESQUEMAS Y PLANOS	90
ANEXO 7. EVIDENCIA FOTOGRÁFICA	95

INTRODUCCIÓN

El riego es un factor fundamental en el desarrollo humano de las zonas rurales, en la seguridad alimentaria, y en el crecimiento agrícola. La infraestructura hidráulica ineficiente y el manejo inadecuado del recurso hídrico desde su captación en la cuenca hasta su aplicación a nivel parcelario utilizan agua de manera excesiva - considerándose una eficiencia de riego del 40% (Nuñez, 2015). - consecuentemente generan un impacto ambiental tal como problemas de salinización y drenaje, que ha afectado a los valles costeros (Ringler *et al.*, 2000).

Los indicadores de eficiencia constituyen un método estándar para cuantificar y/o medir el desempeño de los sistemas de riego. Estos indicadores son esencialmente externos y miden lo que entra al sistema y lo que sale; si se aplican juiciosamente pueden dar la pauta para identificar que está funcionando bien y que funciona mal, lo que permite desarrollar alternativas de mejora en el sistema de riego (García Domínguez *et al.*, 2010).

De acuerdo al Plan de Distribución de Agua (PDA), las eficiencias de conducción y distribución del subsector hidráulico Sinchao Parte Alta establecidas en el Sistema Integral de Manejo y Gestión del Agua (SIGMA), es 93.08% y 80.26% respectivamente (establecidas empíricamente a través de aforos con flotador y en función del caudal requerido), considerados aceptables; sin embargo las pérdidas de agua por infiltración y por evaporación son considerables respecto a la longitud del canal principal, por lo que es importante determinar indicadores del desempeño del uso del agua superficial con la finalidad de plantear las mejores estrategias para el manejo del recurso hídrico.

Ante esta problemática se ha propuesto realizar el proyecto de investigación denominado “Evaluación de la eficiencia de conducción del canal Sinchao desde la progresiva 0+000 hasta la progresiva 7+600, para optimizar la dotación de agua del Subsector Hidráulico Sinchao Parte Alta – Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Medio y Bajo Piura”, el cual consiste en aforar mediante el método área – velocidad, utilizando como herramienta de aforo el correntómetro, lo cual permitirá determinar la eficiencia de conducción con mayor precisión, y posteriormente poder plantear las propuestas más razonables que permitan lograr una óptima eficiencia en la Comisión de Usuarios Sinchao Parte Alta.

CAPÍTULO 1. ASPECTOS GENERALES

1.1. PROBLEMÁTICA

Las pérdidas por conducción en el canal Sinchao generan pérdidas económicas en la comisión de usuarios Sinchao Parte Alta y junta de usuarios del Medio y Bajo Piura; así mismo, mala distribución del recurso hídrico, siendo los más perjudicados cuyos usuarios tienen predios agrícolas ubicados al final de los laterales de riego; en consecuencia genera bajas eficiencias en el sistema de riego, ya que representan pérdidas de agua necesaria para el desarrollo óptimo de los cultivos.

Además ante la falta de disponibilidad de información acerca de eficiencia de conducción en el canal Sinchao y la ausencia de control técnico adecuado en la operación, provoca una insatisfacción con la entrega del agua requerida o necesaria a los usuarios, generándose conflictos por el uso del recurso hídrico, debido a que el agua se va perdiendo.

1.2. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación analiza cuánta agua de la que se capta del canal principal Biaggio Arbulu le llega a los predios agrícolas de los usuarios de la comisión de usuarios Sinchao Parte Alta, así mismo permitirá cuantificar las pérdidas que se generan por conducción en el canal Sinchao, y de esta manera evaluar su eficiencia de conducción.

Actualmente la comisión de usuarios del sub sector hidráulico Sinchao Parte Alta opera con una eficiencia de conducción empírica estimada entre 90% y 95%. De esta manera, este proyecto busca evaluar la eficiencia de conducción real para mejorar la dotación del agua en la operación del sistema de riego.

El número de beneficiarios directos es de 970 usuarios agrícolas, los cuales son usuarios de la comisión de usuarios Sinchao Parte Alta, para un área total bajo riego de 855.81 has, representando una media aritmética de 0.88 has/usuario; la importancia de esta investigación es que aportará información en la toma de decisiones para mejorar la eficiencia de conducción en un nivel técnicamente

aceptable, es decir mayor o igual al 90%, y de esta manera obtener una mayor disponibilidad de agua. Esto con la finalidad de lograr una mayor participación de los usuarios en el manejo eficiente del agua, y contribuir en la conservación los recursos hídricos de la cuenca Chira - Piura.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Evaluar la eficiencia de conducción del canal Sinchao desde la progresiva 0+000 hasta la progresiva 7+600, para optimizar la dotación de agua del Subsector Hidráulico Sinchao Parte Alta perteneciente a la Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Medio y Bajo Piura.

1.3.2. Objetivos Específicos

- ✓ Evaluar la infraestructura del canal Sinchao desde la progresiva 0+000 hasta la progresiva 7+600.
- ✓ Determinar la eficiencia de conducción del canal Sinchao desde la progresiva 0+000 hasta la progresiva 7+600.
- ✓ Analizar los resultados obtenidos con la programación de distribución de agua de la Comisión de Usuarios Sinchao Parte Alta.

1.4. HIPÓTESIS

1.4.1. Hipótesis General

Conocer la eficiencia de conducción permitirá plantear alternativas para optimizar la eficiencia de la infraestructura hidráulica existente, y una mejor distribución de agua en la comisión de usuarios Sinchao Parte Alta.

1.4.2. Hipótesis Específicas

- ✓ Conocer la infraestructura del canal Sinchao permitirá actualizar el inventario de la infraestructura de riego.
- ✓ El conocimiento de la eficiencia de conducción del canal Sinchao permitirá sincerar los caudales a utilizar.

- ✓ El sinceramiento en la distribución de agua permitirá incrementar la eficiencia de conducción.

CAPÍTULO 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. MARCO LEGAL

2.1.1. Ley de Recursos Hídricos Ley N° 29338

Artículo III.- Principios

Principio de eficiencia: La gestión integrada de los recursos hídricos se sustenta en el aprovechamiento eficiente y su conservación, incentivando el desarrollo de una cultura de uso eficiente entre los usuarios y operadores.

Artículo 15°.- Funciones de la Autoridad Nacional

Establecer los parámetros de eficiencia aplicables al aprovechamiento de dichos recursos, en concordancia con la política nacional del ambiente.

Artículo 27°.- Naturaleza y finalidad de las organizaciones de usuarios

Las organizaciones de usuarios son asociaciones civiles que tienen por finalidad la participación organizada de los usuarios en la gestión multisectorial y uso sostenible de los recursos hídricos.

Artículo 28°.- La Junta de Usuarios

La junta de usuarios se organiza sobre la base de un sistema hidráulico común (...)

La junta de usuarios tiene las siguientes funciones:

- Operación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica.
- Distribución del agua.
- Cobro y administración de las tarifas de agua.

Artículo 29°.- Las comisiones de usuarios

Las comisiones de usuarios constituyen las juntas de usuarios (...)

Artículo 57°.- Obligaciones de los titulares de licencia de uso

Utilizar el agua con la mayor eficiencia técnica y económica, en la cantidad, lugar y para el uso otorgado (...)

2.1.2. Reglamento de operadores de infraestructura hidráulica R.J. N° 892-2011-ANA

Artículo 6°.- Usuario del Servicio

El Usuario del Servicio es el titular de un derecho de uso de agua: licencia, autorización, permiso o de un certificado nominativo (...)

Artículo 7°.- Derechos del Usuario del Servicio

Recibir oportunamente las dotaciones de agua que le correspondan de acuerdo a su derecho de uso de agua y a la disponibilidad.

Artículo 8°.- Obligaciones del Usuario del Servicio

Instalar dispositivos que permitan al Operador la medición y control del uso del agua.

Artículo 16°.- Sector Hidráulico Menor

La infraestructura hidráulica menor comprende estructuras empleadas para realizar las siguientes actividades:

a) Captación

Derivar el agua del sector hidráulico mayor o de un curso natural a los sistemas de distribución.

b) Distribución

Trasladar las aguas desde la captación hasta los usuarios (...)

c) Medición

Determinar los volúmenes o caudales de agua en un punto determinado de la infraestructura hidráulica (...)

2.1.3. Lineamientos para determinar y establecer los parámetros de eficiencia para el aprovechamiento de los recursos hídricos. R.J. N° 107-2016-ANA

Artículo 5°.- Definiciones

- Uso eficiente del agua: Es el uso de agua en el que se haya adoptado alguna medida que minimice las pérdidas por su utilización favoreciendo su conservación (...)
- Indicadores de eficiencia: (...) exige el análisis de los recursos utilizados, las operaciones y procedimientos realizados que promoverán la mejora.

Artículo 6°.- Definición

Los parámetros de eficiencia para los operadores de infraestructura hidráulica permiten valorar en cantidad el servicio de suministro a los usuarios de agua, promoviendo el uso eficiente y la conservación de los recursos hídricos (...)

- Parámetro de eficiencia de distribución de agua (Ped)

Este parámetro, permite analizar y valorar las pérdidas de agua en el proceso de suministro de agua hacia los usuarios de agua que la reciben, en un subsector hidráulico.

Es la relación de la sumatoria de los volúmenes de agua distribuidos en los bloques de riego y el volumen captado en el subsector hidráulico.

2.2. ANTECEDENTES

Marchán Guerrero, D. J. (2017). En su tesis “Determinación de la eficiencia de conducción del canal Hidráulica, para un mejor aprovechamiento del recurso hídrico, Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Menor Chira, Distrito de Salitral, Región Piura”, manifiesta que del inventario de infraestructura de riego, el 96.62 % del canal se encuentra sin revestir. En sus obras de arte el 78.35 % se encuentra en estado regular y el 21.25% en buen estado.

En la evaluación de la eficiencia por tramos del canal la Hidráulica, el primer valor es 88.68 % del tramo (0+000-0+775) y el segundo es 80.29 % del tramo (0+775-1+540), donde el promedio de los 06 momentos de aforo es 71.15 5, esto significa que no se está aprovechando el 28.85 % en la conducción; así como el adecuado manejo de la distribución del agua.

La debilidad de la Comisión de Usuarios Miguel Checa es el pago no oportuno a la tarifa del agua por parte de los pequeños productores, que dificulta la ejecución de los programas de operación, mantenimiento y desarrollo de la infraestructura hidráulica.

Morales Carbonel E. J. (2017). En su tesis “Evaluación de la eficiencia de conducción de dos kilómetros del canal Rinrin Pampa y determinación de los procedimientos para mejorar su eficiencia, en el distrito de Pampa Chico – Recuay – Región Ancash”, manifiesta que la metodología se ha orientado a medir un conjunto de caudales en un tramo del canal de riego utilizando un correntómetro cada cierta distancia a lo largo del canal ubicado entre las progresivas 00+000 al 02+415 siendo este tramo el representativo de todo el canal y finalmente determinar la eficiencia de conducción del canal.

Los resultados de la investigación muestra que tiene una eficiencia de conducción deficiente del Km 00+000 hasta el Km 01+000 y una buena eficiencia del Km 01+000 hasta el Km 02+415 y el canal presenta grietas, roturas y juntas en mal estado en regular cantidad, lo cual permite pérdidas de agua significativas.

Zapata Lachira, N. L. (2016). En su tesis “Evaluación de la eficiencia de conducción para el mejoramiento de la distribución, en el canal L1 Salitral 1, de la Comisión de Usuarios del Subsector Hidráulico Miguel Checa – Sullana – Piura”, manifiesta que se actualizó el inventario del canal Salitral 1, donde el 82% de las tomas parcelarias y 77% de las compuertas se encuentran mal estado.

Las pérdidas de agua por infiltración y evaporación en la conducción del canal Salitral 1, es $P = 8.1688 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$, lo que representa solo el 3.27% de pérdidas en el canal.

La nueva eficiencia de conducción para el canal Salitral 1, es 76.59%, siendo 23.41% de pérdidas. Y asumiendo la Junta de Usuarios y Comisión de Usuarios el 30% de pérdidas de agua del canal, están desperdiciando o dejando de cobrar el 6.59%.

La Comisión de Usuarios y Junta de Usuarios deben implementar y hacer cumplir un plan de mantenimiento que permita mejorar las eficiencias de conducción:

- Colocar, cambiar o reparar las compuertas. Reparar tomas en mal estado.
- Realizar permanentemente el mantenimiento del canal, limpieza de la vegetación y sedimentos del canal que obstruyen el flujo normal del agua, reduciendo su velocidad y su capacidad de conducción.

Tandaypan Rodríguez, H. (2015). En su tesis “Evaluación de las eficiencias de conducción en los canales de derivación de la Comisión de Usuarios de Sausal, su impacto en la dotación de agua en la distribución”, manifiesta que el valor de la eficiencia de conducción depende directamente de la textura del suelo donde están emplazados, del estado de conservación de los canales y de toda la infraestructura del sistema de riego, así mismo la ampliación de la frontera agrícola dependerá del agua asignada según plan de cultivo y riego.

Además concluye que al mejorar la infraestructura del sistema de riego de Sausal se recuperaría entre 17 a 30 % de las pérdidas en conducción y con la dotación de agua recuperada, la ampliación del área agrícola, según el cultivo a instalar.

Ahumada Zavala L. A. (2008). En su tesis “Optimización de la distribución de agua para el riego en el canal lateral TP-2 del canal Talambo – Zaña”, manifiesta que como parte de la supervisión en materia de aguas en el valle Jequetepeque se ha considerado realizar la determinación de eficiencias a nivel de Comisiones de Regantes, tomando para ello a los laterales más representativos, buscando obtener información real sobre registros de aforos de agua, horas de recorrido, pérdidas de agua en canales, pérdidas por operación y estado de las compuertas (especialmente

hermeticidad) que permitan indicar con precisión los indicadores de eficiencia de distribución y conducción en una Campaña Agrícola.

Con esto se busca lograr que los directivos conjuntamente con el personal técnico de la Junta de Usuarios, conozcan por intermedio del presente, información real generada en campo y gabinete que les permita evaluar y reflexionar, para lograr una mejor planificación de la distribución del agua de riego en su ámbito, y dejar establecida la metodología a seguir para la implementación de un programa de mediciones. El proceso en la determinación de eficiencias presenta la siguiente secuencia: Medición de Caudales, determinación de horas de recorrido, procesamiento y análisis de información.

Palacios-Vélez, E. (1991), en su investigación. “La eficiencia en el uso del agua en los Distritos de Riego”, manifiesta que se estima que en promedio en los Distritos de Riego del país se pierde un 40% del agua en la conducción; es decir la eficiencia media de conducción es del orden del 60%. No obstante, debe recordarse que no toda el agua se desperdicia, ya que parte va a los acuíferos; sin embargo, en los Distritos costeros, la mayor parte del agua perdida se va hasta el mar.

Para evaluar los componentes de las pérdidas de conducción, se efectuaron muestreos con infiltrómetros y evaporímetros sobre varios tipos de canales, se utilizaron los datos de los informes de distribución de aguas, en los que se presentan las pérdidas mensuales por tramos de canales; también se muestrearon las pérdidas por fugas en estructuras y se realizaron aforos en diferentes tramos de canales.

2.3. MARCO BIBLIOGRÁFICO

2.3.1. Eficiencia de conducción

La eficiencia de conducción permite evaluar la pérdida de agua en el canal principal desde la bocatoma hasta el punto final del canal principal.

Existen casos en que no es factible tener cerrado las compuertas de los canales laterales de distribución, los mismos que se consideran en la forma de cálculo de la eficiencia de conducción.

$$E_c = \frac{\text{Caudal que llega al final del canal principal} + \Sigma \text{caudales de distribución} \times 100}{\text{Caudal que entra al Canal principal}}$$

La Sumatoria de Canales de distribución se asume cero, en caso de que las compuertas se encuentren cerradas (*DGIAR, 2015*).

La eficiencia de conducción permite evaluar el estado de operación y mantenimiento del canal principal o de derivación en el tramo desde la fuente de abastecimiento hasta que se empieza a distribuir el agua en los canales laterales L1, L2, L3,..., Ln. Es mayor cuanto mejor sea el estado del canal o cauce que conduce el agua. Esto quiere decir lo siguiente:

- ✓ Que, de preferencia sea revestido, para evitar que haya pérdidas de infiltración.
- ✓ Que no tenga roturas, ni en la base, ni en los taludes, ni en los bordos.
- ✓ Que no tenga mucho espejo de agua expuesto a la evaporación.
- ✓ Que no se produzcan hurtos o sustracción de agua en el recorrido, como el caso de usuarios informales, carguío de agua en cisternas, abastecimiento permanente de uso pecuario etc.
- ✓ Que se deriven los caudales mínimos recomendables técnicamente, para tener velocidad aceptable y no producir sedimentación que reduce la capacidad del canal o erosión que deforma la sección, exponiendo una mayor superficie a la infiltración.

La eficiencia de conducción (E_c) está dada por la relación entre la cantidad de agua que entra al canal o tramo de canal de derivación y la cantidad de agua que sale del canal o tramo del canal, mediante la siguiente expresión:

$$E_c = \frac{Q_S}{Q_E} \quad \text{ó} \quad E_c(\%) = \frac{Q_S}{Q_E} \times 100$$

Otra forma de cálculo de la eficiencia de conducción es utilizando los conceptos de pérdidas mediante las siguientes expresiones:

$$Q_p = \frac{Q_E - Q_S}{Q_E} \quad \text{ó} \quad Q(\%) = \frac{Q_E - Q_S}{Q_E} \times 100$$

$$Ec(\%) = 100 - QP(\%)$$

Donde:

Ec = Eficiencia de conducción.

Qp = Pérdidas de agua en el canal expresadas en caudal.

QS = Caudal que sale del canal o tramo de canal.

QE = Caudal que entra al canal o tramo de canal (PSI, 2004).

2.3.2. Pérdidas en conducción

Palacios (1991) afirma que las pérdidas en conducción puede subdividirse de acuerdo a su origen, en:

- ✓ Las pérdidas por infiltración se producen principalmente en los cauces naturales de las corrientes y en los canales no revestidos; sin embargo, en algunos casos de revestimientos agrietados o con mampostería en mal estado, también pueden ser de mucha importancia.
- ✓ Las debidas a la evaporación son relativamente menores que las de infiltración.
- ✓ Las fugas por las estructuras, en la actualidad son muy importantes en la mayoría de los sistemas de riego, debido al mal estado en que se encuentran. En efecto, en muchas compuertas radiales sobre desfogues de canales principales y de laterales cerrados que no se utilizan en un momento dado, el agua que se fuga por el mal estado de los sellos o por las perforaciones que se han producido debido a la corrosión del fierro por falta de conservación, puede representar un porcentaje considerable del agua conducida.

2.3.2.1. Pérdidas en canales revestidos:

Villón (2005) afirma lo siguiente:

El revestimiento de un canal no elimina completamente las pérdidas por infiltración, pues siempre hay fugas a través de grietas que se producen o del mismo hormigón, pero las reduce considerablemente.

Según Hinds un revestimiento de 3 pulgadas (7.62 cm) hecho con hormigón de buena calidad debe reducir las pérdidas a 0.0122 m/día (1.41×10^{-7} cm/s).

Uginchus manifiesta que para el cálculo de las pérdidas por infiltración en un canal revestido se puede usar la fórmula experimental:

$$P = K \frac{y}{e} (b + y\sqrt{1 + Z^2}) \times 1000$$

Donde:

P = pérdidas, en m³/s-km

K = permeabilidad de revestimiento de hormigón, varía de 10^{-5} cm/s a 10^{-7} cm/s

e = espesor del revestimiento, en m

b = ancho, de solera en m

y = tirante, en m

Z = talud

2.3.3. Fuentes de baja eficiencia

2.3.3.1. Roturas de canales

- ✓ Las roturas se producen en algunos puntos o tramos de canal, en forma natural o por la mano del hombre.
- ✓ Las roturas naturales se dan por la presencia de raíces de árboles y arbustos, que por descuido, se dejan crecer en canales revestidos y no revestidos.
- ✓ También se dan en tramos donde el bordo libre no permite algún represamiento que se forma en un canal sin mantenimiento, se desborda y produce roturas.
- ✓ Las tomas laterales, cuyo borde superior está a menor altura que el bordo del canal, da origen a roturas, cuando el agua en el canal sobrepasa el borde libre (*PSI, 2004*).

2.3.3.2. Filtraciones

En canales revestidos, también se producen filtraciones por las juntas de dilataciones mal hechas o deterioradas, por tramos o paños revestidos de canal con materiales de mala calidad, por losas resquebrajadas debido a fallas en el comportamiento del material de relleno de la plataforma (*PSI, 2004*).

2.3.3.3. Limpieza de canales

- ✓ La limpieza de canales es una actividad de mucha importancia en toda la red de un sistema de riego, ya que ayuda bastante en mejorar la eficiencia en todos los niveles, porque aumenta la velocidad, se reducen los tiempos de riego, se tiene menor tiempo el agua circulando y expuesta en los cauces.
- ✓ La limpieza debe hacerse tantas veces sea necesaria durante la campaña, ya que la semilla de mala hierba casi siempre está presente y germina apenas se humedece el canal.
- ✓ La limpieza también se hace para eliminar sedimentos que transporta el agua en suspensión y que se van acumulando a lo largo del canal facilitado por las bajas velocidades. Esta operación generalmente solo se hace una vez en la campaña (*PSI, 2004*).

2.3.3.4. Mantenimiento de estructuras

- ✓ Las tomas principales, secundarias y de todo orden deben estar selladas, sin fugas, mientras no están de turno. Si hay pérdida de agua por roturas, u otras causas se deben arreglar antes de empezar los riegos. Esta labor se debe incluir en el Plan de Mantenimiento.
- ✓ Las retenciones, repartidores, aliviaderos y todas las estructuras que intervienen en el sistema de riego deben estar bien acondicionadas durante los riegos, ya que un mal funcionamiento representa muchas pérdidas de agua en la campaña (*PSI, 2004*).

2.3.4. Aforos

Villón (2002) afirma que la hidrometría, es la rama de la hidrología que estudia la medición del escurrimiento. Para este mismo fin, es usual emplear otro término denominado aforo. Aforar una corriente, significa determinar a través de mediciones, el caudal que pasa por una sección dada y en un momento dado.

Existen diversos métodos, para determinar el caudal de una corriente de agua, cada uno aplicable a diversas condiciones, según el tamaño de la corriente o según la precisión con que se requieran los valores obtenidos.

2.3.4.1. Estructuras hidráulicas

Para la medición de caudales también se utilizan algunas estructuras especialmente construidas, llamadas medidores o aforadores, cuyos diseños se basan en los principios hidráulicos de orificios, vertederos y secciones críticas (*INRENA, 2005*).

- **Aforo con Compuertas**

La compuerta es un orificio en donde se establecen para determinadas condiciones hidráulicas los valores de caudal, con respecto a una abertura medida en el vástago de la compuerta (*INRENA, 2005*).

Para una compuerta de sección rectangular, la ecuación para el cálculo del caudal de descarga por la compuerta es:

$$Q = C_d b a \sqrt{2 g y_1}$$

Donde:

Q = Caudal (m³/s)

C_d = Coeficiente de descarga

a = abertura de la compuerta (m)

b = ancho de la compuerta (m)

g = Gravedad (m/s²)

y_1 = Tirante de agua (m)

Para determinar el coeficiente de contracción se pueden utilizar las siguientes ecuaciones:

Para obtener el valor del caudal real del aforo en el flujo de compuertas planas el coeficiente de descarga se obtiene de la dependencia de los coeficientes anteriores, y en la siguiente ecuación:

$$C_d = \frac{C_c C_v}{\sqrt{1 + \frac{C_c a}{y_1}}}$$

Donde:

C_c = Coeficiente de contracción

C_v = Coeficiente de velocidad

Knapp propone una ecuación para calcular el coeficiente de velocidad en compuertas verticales con descarga libre, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$C_v = 0.960 + 0.0979 \frac{a}{y_1}$$

El coeficiente de contracción lo han obtenido experimentalmente muchos investigadores a través de la geometría del flujo. Para fines prácticos $C_c = 0.62$ (Sotelo, 1997).

2.3.4.2. Velocidad y Sección

Es uno de los métodos más utilizados; para determinar el caudal se requiere medir el área de la sección transversal del flujo de agua y la velocidad media, se aplica la siguiente fórmula:

$$Q = A \times v$$

Donde:

Q = Caudal del agua (m³/s)

A = Área de la sección transversal (m^2)

v = Velocidad media del agua (m/s)

La dificultad principal es determinar la velocidad media porque varía en los diferentes puntos de la sección hidráulica (*INRENA, 2005*).

- **Aforos con correntómetro o molinete**

Para este método, se emplea el correntómetro o molinete. Estos son aparatos que miden la velocidad, en un punto dado del curso del agua. Esta velocidad es medida en los instrumentos, por medio de un órgano móvil, que detecta la velocidad de la corriente y transmite las indicaciones cuando ha dado un cierto número de vueltas, sobre un contador o contómetro.

Hay muchos tipos de correntómetros; unos son de eje vertical, sin hélice, donde el elemento móvil son pequeñas copas, otros son de eje horizontal y el elemento móvil es una hélice, como los correntómetros OTT (*Villón, 2002*).

Para la medición puntual de la velocidad se emplea un instrumento conocido como correntómetro o molinete. Se trata, en esencia, de una hélice atada a un lastre con forma hidrodinámica. Se controla por medio de un cable, el cual sirve además, para ubicarlo dentro de la corriente. Se orienta allí en sentido contrario al flujo que se encarga de hacer girar la hélice. La calibración interna del instrumento traduce un determinado número de giros en una lectura convencional de velocidad (*Cadavid, 2006*).

Cada correntómetro debe tener un certificado de calibración en el que figura la fórmula para calcular la velocidad; que son calibrados en laboratorios de hidráulica: cuya fórmula general es la siguiente:

$$v = a \times n + b$$

Donde:

v = velocidad del agua (m/s)

n = número de vueltas de la hélice por segundo.

a = paso real de la hélice en metros

b = velocidad de frotamiento (m/s)

Para obtener la velocidad media de un curso de agua se deben medir la velocidad en dos, tres o más puntos, ubicados a diversas profundidades de la sección del canal (INRENA, 2005).

Cadavid (2006) afirma que un aforo se completa con base en el cálculo de caudales más pequeños, o incrementos de caudal, cuya suma determina el caudal total sobre la sección hidráulica. Esto es:

$$Q = \sum_{i=1}^m \Delta Q_i$$

Para establecer cada incremento de caudal, es necesario dividir la sección hidráulica en m pequeñas áreas ΔA_i .

Cada incremento de caudal se evalúa por medio de la ecuación debidamente adaptada:

$$\Delta Q_i = \bar{v}_i \Delta A_i$$

\bar{v}_i es la velocidad media asociada al área discreta.

Para el cálculo, ésta se hace equivalente a la media aritmética de las velocidades medias del flujo sobre las verticales y_j, y_{j+1} . Éstas delimitan la i -ésima área.

$$\bar{v}_i = \frac{\bar{v}_j + \bar{v}_{j+1}}{2}$$

2.3.5. Distribución de velocidades

Chow (1994) afirma que debido a la presencia de la superficie libre y a la fricción a lo largo de las paredes del canal, las velocidades en un canal no están uniformemente distribuidas en su sección. La máxima velocidad medida en canales normales a menudo ocurre por debajo de la superficie

libre a una distancia de 0.05 a 0.25 de la profundidad; cuanto más cerca de las bancas, más profundo se encuentra este máximo.

La distribución de velocidades en una sección de canal depende también de otros factores, como una forma inusual de la sección, la rugosidad del canal y la presencia de curvas.

2.3.6. Velocidad del flujo.

Cadavid (2006) afirma que la cuantificación de la velocidad media de cada vertical se efectúa con la aplicación de un procedimiento basado en mediciones de ella sobre ciertos puntos de la vertical. Todo depende de la magnitud de la profundidad.

Cuadro 2.1. Cálculo de la velocidad media del flujo

Nº de puntos	Rango de profundidad y_j (m)	Expresión para el cálculo
1	$0.31 \leq y_j \leq 0.61$	$v_j = v_{0.6}$
2	$0.61 < y_j \leq 3.05$	$v_j = \frac{v_{0.2} + v_{0.8}}{2}$
3	$3.05 < y_j \leq 6.10$	$v_j = \frac{v_{0.2} + 2v_{0.6} + v_{0.8}}{2}$
5	$y_j > 6.10$	$v_j = \frac{v_s + 3v_{0.2} + 2v_{0.6} + 3v_{0.8} + v_f}{10}$

Fuente: Velocidad media del flujo (Cadavid, 2006)

La velocidad crece desde 0 en el lecho a un máximo cerca de la superficie, con un valor promedio de alrededor de 0.6 de la profundidad (*Chow et al., 1994*).

2.3.7. Características técnicas Molinete OTT C31

OTT HydroMet, (s.f.) nos indica que el sistema OTT C31 se puede utilizar tanto en arroyos o ríos pequeños con un bajo nivel de agua como en aguas más profundas y con velocidades de flujo de hasta 10 m/s. En función de la aplicación el molinete se puede utilizar como molinete de barra o como molinete flotante montado sobre un lastre y en tornos de cable estacionarios o bien en barcos de medición.

- ✓ Tipo de utilización : Medidas puntuales
- ✓ Tecnología de medición : Mecánico

- ✓ Parámetros medidos : Flujo
- ✓ Margen de medición : Desde 0.025 m/s hasta 10 m/s
- ✓ Precisión : $\pm 2\%$

Cuadro 2.2. Características técnicas molinete OTT C31

Molinete contacto tipo Reed	1 pulso/revolución
Rango de voltaje de operación	Max. 9VCC
Interruptor magnético	Estando hasta 30 bares
Material – cuerpo	Acero fino
Material – hélices	Aluminio estándar, anodizado
Diámetro x largo hasta la punta de la hélice	$\phi 35 \times 310\text{mm}$
Peso sin hélice	1.26 kg

Fuente: OTT C31 (OTT HydroMet, s.f.)

En función del paso de la hélice utilizada se obtienen márgenes de medición de la velocidad.

Cuadro 2.3. Margen de medición de la hélice

Nº paleta	Dimensiones	V _{máx}	Velocidad de arranque	Acción de la componente	Material
1	$\phi 125 \text{ mm}$, Paso 0.25 m	5 m/s	0.025 m/s	5°	Aluminio anodizado

Fuente: OTT C31 (OTT HydroMet, s.f.)

La corriente hace girar la hélice del molinete. Un imán que gira con la hélice, acciona, una vez por vuelta el contacto Reed integrado en el equipo. La secuencia de contacto es casi proporcional a la velocidad del agua en el punto de medición. Esta secuencia se registra con un contador y, partiendo de ella y con la ecuación del molinete, se calcula la velocidad del fluido en el punto de medición.

La relación entre las vueltas de la hélice y la velocidad del fluido se determina con la siguiente fórmula (ecuación del molinete):

$$v_p = (0.2594 \times n) + 0.0099$$

Siendo:

n: vueltas de la hélice por segundo.

CAPÍTULO 3. MATERIALES Y METODOLOGÍA

3.1. MATERIALES

3.1.1. Ubicación y acceso al proyecto

3.1.1.1. Ubicación Geográfica

Sistema de Coordenadas	: UTM WGS 84 Zona 17 Sur
Inicio	: 532710.08 E; 9413821.09 N
Fin	: 534272.00 E; 9406642.00 N
Altitud	: 24 m.s.n.m.

3.1.1.2. Ubicación Política

Departamento	: Piura.
Provincia	: Piura.
Distrito	: Catacaos – La Arena.
Localidad	: Varios.

3.1.1.3. Ubicación Hidrográfica

Cuenca	: Chira – Piura.
--------	------------------

3.1.1.4. Ubicación Sectorial

Administración Local de Agua	: Medio y Bajo Piura.
Junta de Usuarios	: Medio y Bajo Piura.
Comisión de Usuarios	: Sinchao Parte Alta.

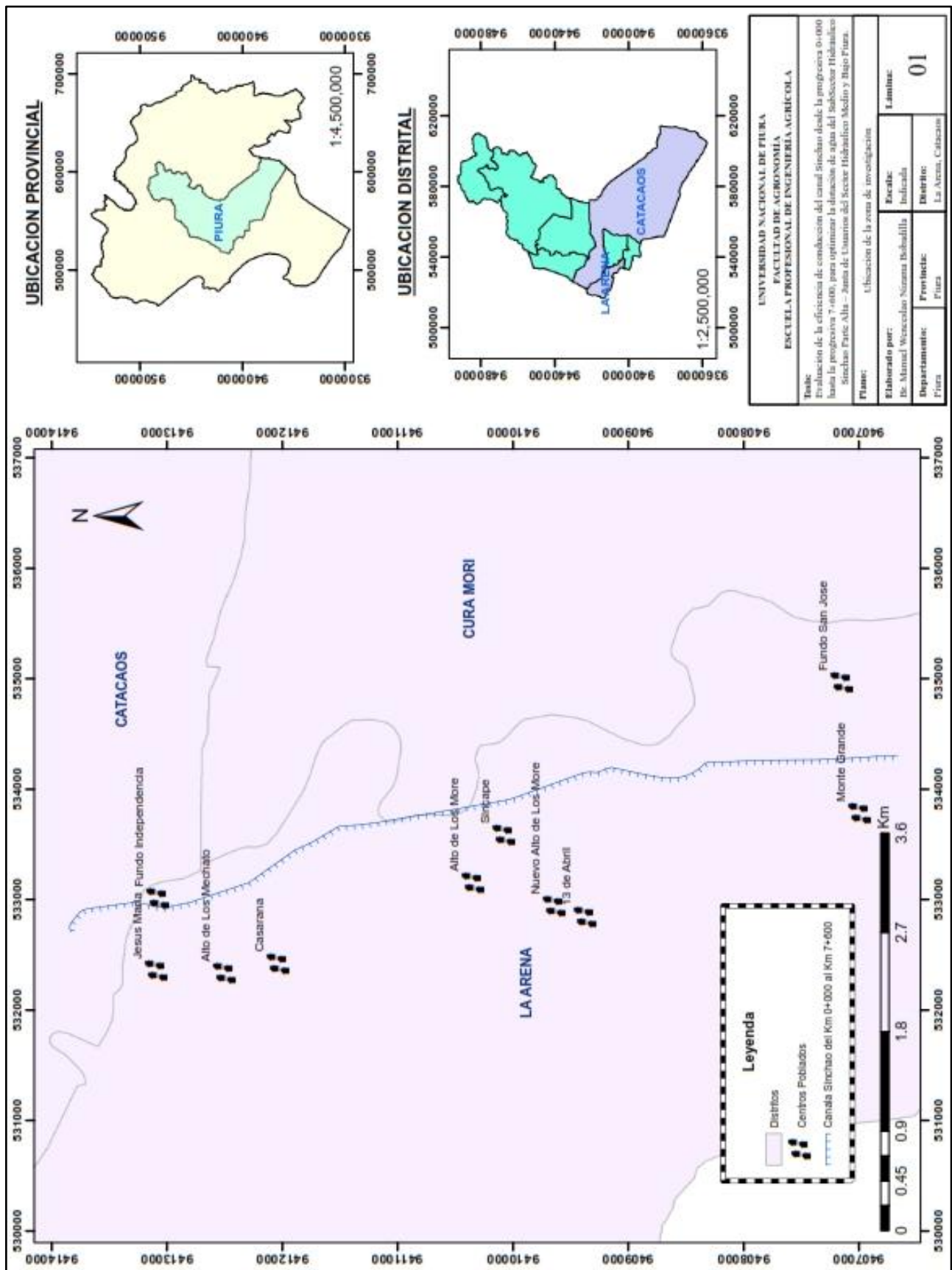


Figura 3.1. Plano de ubicación de la zona de investigación

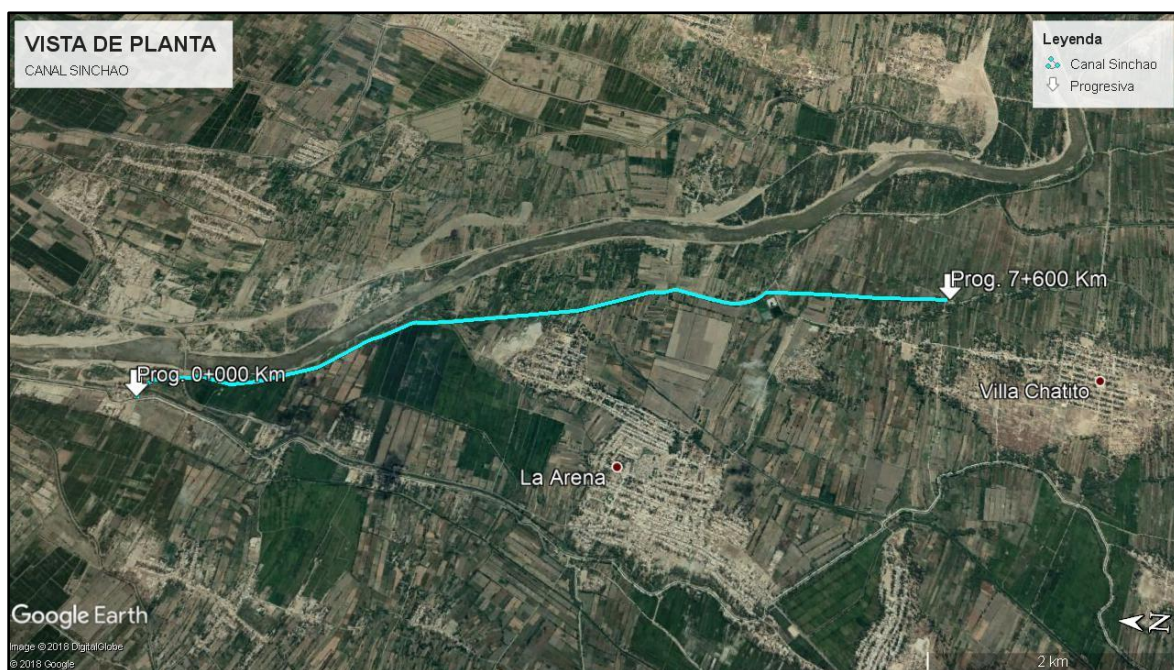


Figura 3.2. Imagen satelital de la zona de investigación

Cuadro 3.1. Vías de acceso

Tramo	Distancia (Km)	Tipo de vía	Estado	Tiempo recorrido (min)
Castilla – Catacaos (Puente independencia)	17.0	Asfaltada	Bueno	45
Puente Independencia – Toma Sinchao	0.5	Trocha carrozable	Regular	5

3.1.2. Descripción de la zona de investigación

3.1.2.1. Clima

En la zona de estudio se caracteriza por tener un clima cálido y seco, por la influencia de la cercanía de la línea ecuatorial y las escasas precipitaciones, a excepción del Fenómeno del Niño que se han venido presentado en los años 1983, 1998 y 2017 que repercutieron por la magnitud de sus fuertes precipitaciones. Además, la radiación solar es alta, y presencia de poca nubosidad.

Las temperaturas máximas llegan a 34.2° C y las mínimas a 15° C. La temperatura media anual para la zona del Medio y Bajo Piura es de 24° C. La temperatura máxima se registra en los meses de Enero, Febrero y Marzo.

Las precipitaciones oscilan entre los 10 a 80 mm anuales, con mayor incidencia entre los meses de Enero a Abril cuando se presentan años húmedos.

Se tienen valores mensuales de humedad relativa del 67 % a 73 % resultante del régimen térmico, alcanzando valores extraordinarios en los meses cuando ocurre el Fenómeno El Niño debido a las intensas precipitaciones pluviales (*Comisión de Planeamiento Estratégico de la Municipalidad Distrital de la Arena, 2015*).

3.1.2.2. Aspectos Socio Económicos

Según el censo de población del 2007, la población del Distrito de La Arena es de 34,584 habitantes.

Según el Informe de Desarrollo Humano Perú 2013, el IDH para el distrito de La Arena fue de 0.2353 ubicándose en el puesto 1,136. Sin embargo, La Arena es un distrito, todavía, con bajo desarrollo humano.

El Instituto Nacional de Estadística e Informática –INEI, en su documento Mapa de pobreza provincial y distrital 2009, para el distrito de La Arena, los resultados estimados reportan una pobreza total de 58.0% y una pobreza extrema de 22.7%.

3.1.2.3. Sistema de Riego

- **Infraestructura hidráulica mayor**

En el valle Medio y Bajo Piura, la infraestructura hidráulica está compuesta por el tramo final del canal de derivación Daniel Escobar, que comprende desde la estructura terminal (Km 42+750) hasta la caída de Curumuy e intersección con el río Piura, zona Curumuy, la presa Ejidos y el canal principal Bajo Piura Biaggio Arbulú.

- Presa Derivadora Los Ejidos

Está ubicada en el cauce del río Piura, capta las aguas provenientes de Poechos y del río Piura, derivándolas por el canal principal Bajo Piura Biaggio Arbulú para irrigar el valle del Bajo Piura.

- Canal derivación Biaggio Arbulú

Es un canal telescópico de conducción y distribución, con una longitud de 56 Km. Íntegramente revestido con concreto simple; con una capacidad máxima de descarga de 60 m³/s. Cruza el río Piura con un sifón de concreto por debajo del río, con una longitud de 320 m, caudal de 45 m³/s.

- **Infraestructura hidráulica menor**

La infraestructura menor de riego en el ámbito de la Comisión de Usuarios del Subsector Hidráulico Sinchao, está conformado por un canal lateral de primer orden, denominado Sinchao; 19 canales laterales de segundo orden, 121 de tercer orden y 69 de cuarto orden; 194 compuertas y 2 reguladores.

- Canal Sinchao

Sinchao es una canal lateral de primer orden, capta el agua del canal principal Biaggio Arbulú en la progresiva Km 23+896, por intermedio de la toma Sinchao equipado con 02 compuertas metálicas. Este canal tiene una capacidad máxima de 11 m³/s, lo que le permite abastecer al ámbito de las comisiones de usuarios Sinchao Parte Alta, Seminario y Chato.

Cuadro 3.2. Comisiones de usuarios del ámbito del canal Sinchao

Comisión de usuarios	Nº Predios	Área bajo riego (ha)
Sinchao Parte Alta	2,361	855.81
Chato	3,735	2,629.54
Seminario	4,087	2,546.64
Total	10,183	6,031.99

*Modificado de: Bloques de riego del ámbito Medio y Bajo Piura
(CRHC Chira Piura, 2017)*

Es un canal revestido cuya longitud total es de 9.11 km. Este canal tiene sección típica trapezoidal, su sección hidráulica tiene en promedio las siguientes medidas: base mayor de 6.00 m, base menor de 3.00 m, altura de 3.00 m, y un talud de 1.5 (H): 1 (V).

- **Distribución de agua**

- **Programa de distribución de agua (PDA)**

Es el proceso de registrar los predios y usuarios que usan el agua con fines agrarios en forma volumétrica atendiendo las áreas bajo riego, dentro del régimen establecido (licencia o permiso), con siete días de anticipación previa solicitud de riego y pago de tarifa. Este procedimiento se realiza utilizando la herramienta Sistema Integrado de Manejo y Gestión del Agua (SIGMA).

- **Procedimiento de distribución de agua**

El usuario se acerca a la oficina de la comisión de usuarios o de la junta de usuarios y comunica la superficie a regar y el cultivo a instalar, y de acuerdo al módulo de riego determinar la cantidad de agua que va a necesitar, además de su costo en función al valor de la tarifa de agua del año 2018. Luego de esto el cobrador va hacia el técnico y realiza la facturación, es decir programa la demanda de agua solicitada. El usuario puede pagar por adelantado o se les brinda un crédito el cual se da una vez al mes. El pedido de agua se efectúa previo pago de la tarifa de agua, ya que ambos módulos se encuentran en red a través del sistema informático SIGMA.

Cuadro 3.3. Módulo de riego y precio de tarifa de agua - Año 2018

Cultivo	Módulo	Valor m3	Costo / Has
Ají	10000	0.027331	273.31
Algodón	10500	0.027331	286.98
Arroz	18000	0.027331	492.00
Cebolla	10000	0.027331	273.31
Maiz	8500	0.027331	232.31

Pan Llevar	5800	0.027331	158.52
Permanentes	21600	0.027331	590.35
Sandía	7000	0.027331	191.32
Tomate	9000	0.027331	245.98

Fuente: Comisión de usuarios Sinchao Parte Alta – Elaboración Propia.



Figura 3.3. Pasos para pedido de agua

Fuente: Comisión de Usuarios Sinchao Parte Alta.

La formulación del PDA semanal es ejecutada por el técnico en cómputo y el sectorista, de esta manera en coordinación con el área de Operación y Mantenimiento de la Junta de Usuarios Medio y Bajo Piura se consolida el PDA de las 12 comisiones y es enviado a la gerencia técnica.

Luego la Administración Local de Agua Medio y Bajo Piura es el encargado de aprobar, y el operador mayor Proyecto Especial Chira Piura (PECHP) ejecuta el PDA solicitado.

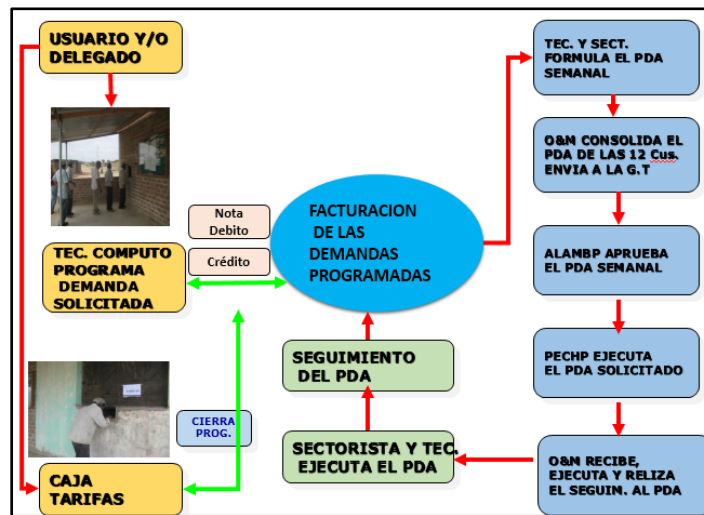


Figura 3.4. Procedimiento para la Distribución de Agua

Fuente: Junta de Usuarios Medio y Bajo Piura

La distribución de agua se realiza por laterales a nivel de comisión de usuarios y es la junta de usuarios quien hace el seguimiento a la ejecución de la distribución de agua en la campaña teniendo información de registro de caudales en tomas y canales laterales.

El técnico de computo en coordinación con el sectorista de riego elaboran y reformulan los roles de riego diarios por canal, en función al pedido de agua de los usuarios de acuerdo al requerimiento de los cultivos. Asimismo, la impresión de las órdenes de riego a los usuarios a atender dentro del plan de distribución de agua de la semana. Este procedimiento se realiza utilizando la herramienta SIGMA (Sistema Integral de Gestión y Manejo del Agua) en el módulo de PDA.

3.1.2.4. Cultivos y Riego

La comisión de usuarios Sinchao Parte Alta cuenta con un área total de 860.36 has y un área bajo riego programada en la campaña agrícola 2018 de 855.81 has para la instalación de cultivos transitorios (en su mayoría), y cultivos permanentes.

Entre los cultivos transitorios el que mayor prevalece es el cultivo de arroz con un 81.14 %, y respecto a los cultivos permanentes (frutales) se tiene un 2.93 %.

Cuadro 3.4. Cultivos instalados campaña grande 2018

Cultivos	Área (Has)	%
Arroz	585.70	81.14
Algodón	2.30	0.32
Frejol	20.40	2.83
Maíz	104.94	14.54
Tomate	1.50	0.21
Ají	0.65	0.09
Otros	3.43	0.48
Permanentes	2.93	0.41
Total	721.85	100.00

Fuente: Comisión de Usuarios Sinchao Parte Alta – Elaboración Propia.

El tipo de riego que predomina es el método de riego por gravedad, el cual consiste en riego por pozas de inundación, por tratarse del cultivo de arroz en la mayoría de la superficie agrícola del subsector hidráulico Sinchao Parte Alta.

En el cuadro 3.3 se muestra el módulo de riego que ha sido establecido para el desarrollo óptimo para los cultivos del valle Medio y Bajo Piura. Se tiene que para el cultivo de arroz (mayor demanda) es 18000 m³/Has.

3.1.3. Materiales y equipo

3.1.3.1. Materiales y equipos en campo

- GPS Garmin: instrumento que nos sirvió para georreferenciar la zona de estudio, con el cual se tomaron coordenadas UTM WGS84 de la infraestructura hidráulica con el fin de actualizar el inventario de la red de riego.

- Correntómetro tipo molinete modelo OTT – C31 N° 169047 Hélice N °1-184682: instrumento que nos sirvió para medir la velocidad del flujo en los puntos de control del canal.
- Cuaderno y Formatos de registro para el llenado de las características de la infraestructura hidráulica y los datos de aforo.
- Winchas de 5 y 50 m.
- Cámara fotográfica.
- Calculadora.

3.1.3.2. Materiales y equipos en gabinete

- Computadora portátil para el uso del software Office 2013 (Word, Excel, PowerPoint), ArcMap versión 10.1, AutoCAD Civil 3D 2012 Metric, Hcanales V 3.0, Cropwat 8.0 y Google Earth Pro.
- Impresora para ploteos e impresión de informes.

3.2. METODOLOGÍA

La metodología por utilizar en la investigación es del tipo cuantitativo y analítico, la cual consiste en las mediciones directas en campo, utilizando el equipo apropiado; con la finalidad de adquirir y analizar toda la información necesaria para los fines de esta investigación.

3.2.1. Actividades preliminares

3.2.1.1. Fase de coordinación

Se procedió a coordinar las actividades del proyecto con el personal técnico de la Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Medio y Bajo Piura y Comisión de Usuarios del Subsector Hidráulico Sinchao Parte Alta. Se coordinó todos los trámites respectivos para realizar la ejecución del proyecto y solicitarle información sobre trabajos similares realizados anteriormente y situación actual de la infraestructura.

3.2.2. Fase de campo

3.2.2.1. Reconocimiento a detalle de la zona de estudio

Se efectuó el reconocimiento de campo contado con la presencia del sectorista de la Comisión de Usuarios y el personal técnico del área de Operación y Mantenimiento de la Junta de Usuarios, la cual consistió en hacer un recorrido del canal Sinchao desde la progresiva 0+000 hasta la progresiva 7+600 para tener una visión general de la zona de estudio, se identificó la toma principal Sinchao; las tomas laterales de segundo orden; y las obras de arte. Además se observó la operación del sistema de riego.

3.2.2.2. Recopilación de información

Se obtuvo información correspondiente a la infraestructura hidráulica y la distribución de agua en el subsector hidráulico Sinchao Parte Alta.

Por parte de la comisión de usuarios Sinchao Parte Alta:

- Inventario de canales por fuente de agua (SIGMA).
- Plan de distribución de agua (semanal).

Por parte de la junta de usuarios Medio y Bajo Piura:

- Esquema hidráulico de la comisión de usuarios del Sub sector hidráulico Sinchao Parte Alta.
- Actualización del inventario de infraestructura hidráulica pública y privada en el ámbito de la comisión de usuarios del subsector hidráulico Sinchao Parte Alta – 2016.

3.2.2.3. Actualización del inventario de la infraestructura hidráulica y obras de arte

Se realizó la actualización del inventario de la infraestructura hidráulica y obras de arte contando como antecedente la información del inventario de infraestructura hidráulica pública y privada en el ámbito de la Comisión de usuarios del subsector hidráulico Sinchao Parte Alta realizado en el año 2016.

Consistió en el recorrido del canal Sinchao, donde se tomó coordenadas con GPS Garmin en el sistema de coordenadas UTM WGS 84 hemisferio Sur zona 17, mientras se identificaba y apuntaba en el registro de inventario las características físicas (dimensiones, material) e hidráulicas (caudal), ubicación (progresiva, margen, orden), funcionamiento (tipo de estructura), estado actual (bueno, regular o malo), entre otros.

Cuadro 3.5. Leyenda del estado de la infraestructura hidráulica

Estado	Características
Bueno	Escasa presencia de fisuras y de vegetación
Regular	Baja presencia de agrietamiento y de densidad de vegetación
Malo	Gran presencia de agrietamiento y alta densidad de vegetación

Cuadro 3.6. Leyenda del estado de las obras de arte

Estado	Características
Bueno	Estructura conservada con condiciones óptimas para su funcionamiento
Regular	Estructura con poca presencia de deterioro, que aún puede cumplir su funcionamiento.
Malo	Estructura colpasada, o deteriorada

3.2.2.4. Definición de la periodicidad de las mediciones

Las mediciones en el canal Sinchao se programaron y se realizaron durante el periodo de febrero a abril del año 2018, correspondiente a la campaña grande. La frecuencia del proceso de aforo se realizó de acuerdo a las necesidades de operación del sistema de riego, siendo esta de forma semanal, así mismo para establecer los días a aforar se consideró el Plan de Distribución de Agua (PDA), y la disponibilidad del equipo de aforo facilitado por la Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Medio y Bajo Piura.

3.2.2.5. Selección e identificación de puntos de control

Para una mayor precisión de la medición del caudal, se procedió a identificar los puntos de control cuya sección transversal tenía las siguientes características:

- ✓ Regular y estable.
- ✓ Ubicado en un tramo recto de sección constante.
- ✓ No está ubicado cerca de obstáculos que produzcan remansos.

Se seleccionó tres puntos de control a lo largo de los 7.6 Km de longitud del canal Sinchao, que reunieron las condiciones mencionadas anteriormente respecto a la sección transversal. De esta manera se estableció dos tramos para observar la variación de los caudales, el primer tramo ubicado desde la progresiva 0+000 Km hasta la progresiva 2+270 Km, para el cual se consideró una menor presencia de tomas laterales; y el segundo tramo ubicado desde la progresiva 2+270 Km hasta la progresiva 7+600 Km, con una mayor presencia de tomas laterales.

Una vez seleccionados los puntos de control, se procedió a su identificación y acondicionamiento en el campo.

3.2.2.6. Procedimientos de aforo

a) Aforo en puntos de control

El aforo con correntómetro, consistió en la medición del caudal aplicando el método de velocidad – sección, para lo cual se tuvo que dividir la sección transversal en varias franjas verticales (se consideró entre 14 a 20 franjas para realizar el estudio, la cual estaba en función de la medida del espejo de agua), en cada una de las cuales se mide el área y velocidad media (caudal que pasa en cada franja) según la Figura N° 3.5.

La suma de los caudales que transporta cada franja (caudales parciales) representa el caudal de conducción buscado.

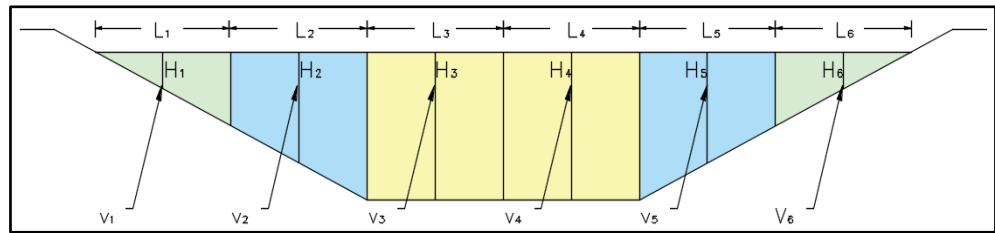


Figura 3.5. Método área – velocidad

Para realizar el aforo en cada estación hidrométrica o punto de aforo se realizó de la siguiente manera:

- ✓ Medir el espejo de agua del canal.
- ✓ Dividir el espejo de agua en un número “n” de tramos.
- ✓ Medir en cada vertical la profundidad “y”.

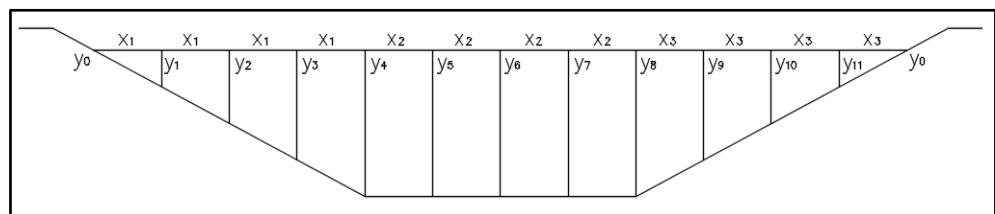


Figura 3.6. Seccionamiento del canal

- ✓ Colocar el correntómetro a la profundidad calculada ($0.4 h$).
- El método a utilizar en el aforo para calcular la velocidad media de la vertical está a 0.4 del tirante medido desde el fondo del canal.

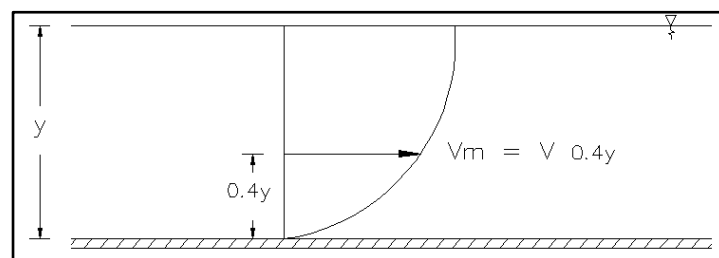


Figura 3.7. Velocidad media

- ✓ Medir el número de revoluciones (n).

La información del proceso de aforo se registró en el Formato 03 “Registro de aforo con correntómetro”.

b) Aforo en tomas laterales de distribución

El aforo con compuertas, consistió en la medición del flujo de compuertas planas calibradas, basado en la ecuación de energía y continuidad, y que está en función de la carga hidráulica. Para lo cual se determinó las dimensiones de los elementos de la compuerta (tirante aguas arriba, ancho de la compuerta y abertura de la compuerta) según la Figura 3.8.

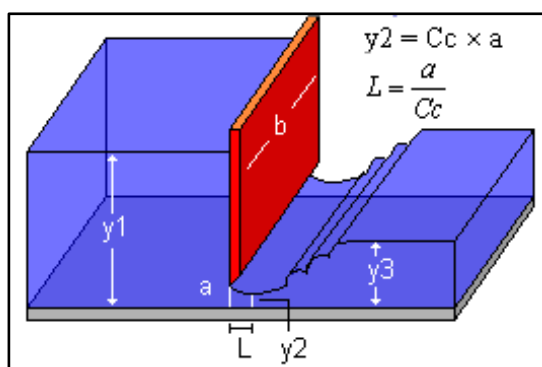


Figura 3.8. Elementos de una compuerta

Fuente: HCanales V3.0.

3.2.3. Fase de gabinete

3.2.3.1. Procesamiento del inventario y elaboración de planos y esquema

Toda la información recopilada y generada durante el inventario de infraestructura hidráulica y obras de arte, se sistematizó la información en Excel, y se estructuró dentro de un Sistema de Información Geográfico – ArcGIS. Como resultado se obtuvo los siguientes planos: Lámina 01 - Plano “Ubicación de la zona de Investigación”; y Lámina 03 – Plano “Inventario de infraestructura hidráulica del Subsector Hidráulico Sinchao Parte Alta”.

Se elaboró esquemas del sistema y del subsector hidráulico en AutoCAD, teniendo en cuenta el número de usuarios, área bajo riego, caudales y longitud del canal. Como resultado se obtuvo los siguientes planos: Lámina 02 – Plano “Subsector Hidráulico Sinchao Parte Alta: Predios y red de canales”; y Lámina 04 – Plano “Esquema Hidráulico del Subsector Hidráulico Sinchao Parte Alta”.

3.2.3.2. Procesamiento de datos de aforos

a) Aforo en puntos de control

Con la información de los aforos recogida en campo de acuerdo al Formato 03, se procedió al cálculo de los caudales, donde se utilizó una tabla en Excel como se muestra en el Cuadro 3.3 donde se aplicaron las siguientes fórmulas:

-Velocidad en el punto (m/s)

$$v_p = (0.2594 \times n) + 0.0099$$

Ecuación del correntómetro OTT – C31 N°169047

-Profundidad de observación (m)

$$y_m = 0.4 \times y$$

-Area (m²)

$$A = \frac{(y_0 + y_2)(2x_1)}{2} = (y_0 + y_2)(x_1) \quad \text{o} \quad A = H \times L$$

-Revoluciones por segundo

$$n = NR / T$$

-Caudal (m³/s)

$$Q = v A$$

Donde:

y_m : profundidad de observación (m)

y : profundidad de la vertical o tirante (m)

H : profundidad media del tramo (m)
 L : ancho del tramo (m)
 NR : número de revoluciones (NR)
 T : tiempo (segundos); el tiempo es constante: T = 50 segundos
 n : número de revoluciones por segundo
 v_p : velocidad en el punto (m/s)
 v : velocidad (m/seg)
 A : área (m²)
 Q : caudal (m³/seg)

Cuadro 3.7. Registro de aforo con correntómetro

Sondeos		Datos del Correntómetro			Velocidad (m/s)		Sección			Descarga Parcial
Distancia del punto inicial	Prof.	Prof. de observación	Nº de rev.	Valor de n	En el punto	Media del tramo	Ancho	Profundidad media	Área	
(m)	(m)	(m)			(m/s)	(m/s)	(m)	(m)	(m ²)	(m ³ /sg)
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
A1	B1	B1 x 0.4	D1	D1/50						
A2	B2	B2 x 0.4	D2	D2/50		(F1+F2+F3)/3	A3-A1	(B1+B2+B3)/3	H x I	G x K
A3	B3	B3 x 0.4	D3	D3/50						
										Σ

Modificado de: Aforo con correntómetro (INRENA, 2005)

b) Aforo en tomas laterales de distribución

Con la información de los aforos recogida en campo de acuerdo al Formato N° 2, se procedió al cálculo de los caudales, donde se aplicaron las siguientes fórmulas:

-Coeficiente de velocidad:

$$C_v = 0.960 + 0.0979 \frac{a}{y_1}$$

-Coeficiente de contracción:

$$C_c = 0.62$$

-Coeficiente de descarga:

$$C_d = \frac{C_c C_v}{\sqrt{1 + \frac{C_c a}{y_1}}}$$

-Caudal (m³/s):

$$Q = C_d b a \sqrt{2 g y_1}$$

Donde:

Q = Caudal (m³/s)

C_d = Coeficiente de descarga

C_c = Coeficiente de contracción

C_v = Coeficiente de velocidad

a = abertura de la compuerta (m)

b = ancho de la compuerta (m)

g = Gravedad (m/s²)

y₁ = Tirante de agua (m)

3.2.3.3. Cálculo de las eficiencias de conducción

Con la información recopilada del caudal de entrada y el caudal de salida en cada tramo evaluado, se procedió a determinar la eficiencia de conducción de la siguiente forma:

$$Ec = \frac{QS}{QE} \quad \text{ó} \quad Ec(\%) = \frac{QS}{QE} \times 100$$

Así mismo se utilizó los conceptos de pérdidas para determinar la eficiencia de conducción.

$$Qp = \frac{QE - QS}{QE} \quad \text{ó} \quad Qp(\%) = \frac{QE - QS}{QE} \times 100$$

$$Ec(\%) = 100 - Qp(\%)$$

Donde:

Ec = Eficiencia de conducción.

Q_p = Pérdidas de agua en el canal expresadas en caudal.

Q_s = Caudal que sale del canal o tramo de canal.

Q_e = Caudal que entra al canal o tramo de canal.

3.2.3.4. Determinación de pérdidas de conducción

a) Pérdidas por infiltración

Se determinó las pérdidas por infiltración en el canal Sinchao, para lo cual se utilizó el software Hcanales versión 3.0, el cual se basa en la fórmula experimental de Uginchus, para el cálculo de las pérdidas por infiltración en un canal revestido:

$$P = K \frac{y}{e} \left(b + y\sqrt{1 + Z^2} \right) \times 1000$$

Donde:

P = pérdidas, en $m^3/s\text{-km}$

K = permeabilidad de revestimiento de hormigón, varía de 10^{-5} cm/s a 10^{-7} cm/s

e = espesor del revestimiento, en m

b = ancho, de solera en m

y = tirante, en m

Z = talud

b) Pérdidas por evaporación

Para determinar las pérdidas por evaporación se utilizaron datos climáticos de la estación más cercana a la zona de investigación Estación “San Miguel” ubicada en la provincia de Piura, distrito de Catacaos.

Se utilizaron datos históricos de temperatura máxima y mínima por cada mes durante los años 1973 al 2015, y se calculó la evaporación diaria para cada mes mediante el método de Penman-Monteith, a través uso del software CROPWAT.

3.2.3.5. Evaluación técnica

Con los datos en campo y sistematizados se planteó propuestas técnicas que permitirán solucionar la problemática encontrada.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ACTUALIZACIÓN DEL INVENTARIO DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA Y OBRAS DE ARTE

La comisión de usuarios del sub sector hidráulico Sinchao Parte Alta atiende a 855.81 Has y tiene un volumen asignado de 15.53 Hm³. La zona de estudio se encuentra en el bloque de riego Sinchao. En el Cuadro 4.2 y en el Cuadro 4.3 se muestran la cantidad de laterales que forman parte del ámbito del sub sector hidráulico Sinchao y las que corresponde al ámbito de estudio respectivamente.

Cuadro 4.1. Bloque de riego

Comisión de usuarios	Bloque de riego	Estudio de asignación de agua	
		Area bajo riego (ha)	Volumen asignado (Hm ³)
Sinchao	Sinchao	855.81	15.53

Modificado de: Bloques de riego del ámbito Medio y Bajo Piura (CRHC Chira Piura, 2017)

Cuadro 4.2. Laterales del subsector hidráulico Sinchao Parte Alta

Orden	N° de laterales	Longitud total (Km)	Longitud revestido (Km)	Longitud sin revestir (Km)	% Revestido	% No revestido
L1	1	9.11	9.11	-	100.00	0.00
L2	17	19.88	4.11	15.77	20.67	79.33
L3	121	50.31	-	50.31	0.00	100.00
L4	69	24.46	-	24.46	0.00	100.00
L5	37	9.28	-	9.28	0.00	100.00
L6	3	0.76	-	0.76	0.00	100.00
Subtotal	250	113.81	13.23	100.58	11.62	88.38

Cuadro 4.3. Laterales del ámbito de estudio

Bloque de riego	Número de laterales	
	Laterales L1	Laterales L2
Sinchao	1	13

4.1.1. Inventario de la infraestructura hidráulica

En los cuadros 4.4 y 4.5 se detallan la ubicación, las características físicas, constructivas, hidráulicas, y de operación de los laterales de primer y segundo orden.

Sinchao es un canal lateral de primer orden, cuya captación está en la toma Sinchao ubicada en la progresiva 23+896 Km del canal de derivación Biaggio Arbulu. Es un canal revestido de 9.11 Km de longitud, cuenta con una capacidad de conducción de 11.00 m³/s, sin embargo, regularmente opera con un caudal máximo de 8.5 m³/s.

Se encuentra en regular estado, tiene presencia de baja densidad de vegetación, además tiene un punto crítico en la progresiva 5+003 Km donde se presenta una mayor infiltración.

Distribuye el agua a 17 canales laterales de segundo orden, cuya longitud total es 19.88 Km, del cual el 11.62% está revestido.

El 64.71% de las canales laterales de segundo orden están en buen estado y el 35.29% está en regular estado; el 82.35% de las tomas laterales de segundo orden se encuentra en buen estado.

Cuadro 4.4. Inventario de lateral de primer orden

N°	Nombre del Lateral	UBICACIÓN			COORDENADAS UTM				Margen	Tipo de usos	Número total de usuarios	Área total bajo riego (Has)	Volumen otorgado según derecho de uso de agua (Hm3)
		Nombre canal de derivación	Progresiva (Km)	Orden	Inicio		Final						
					Este	Norte	Este	Norte					
1	Sinchao	Biaggio Arbulú	0+883	L1	532710	9413822	534623	9405237	I	Agrario	2361	855.81	15.53

CARACTERISTICAS DEL CANAL											TOMAS		
Tipo	Material	Estado	Caudal (m3/seg)		Dimensiones				Longitud (Km)		Compuerta		
			Diseño	Operación	B (m)	b (m)	H (m)	Z	Revestido	Sin revestir	Ancho / alto	Material	Estado
Revestido	Concreto	Buena	11.000	11.00	9.00	3.00	2.00	1.50	9.12	-	1.20 / 2.00	Fierro	Buena

Cuadro 4.5. Inventario de laterales de segundo orden

N°	Nombre del Canal	UBICACIÓN		COORDENADAS UTM				Margen	Número total de usuarios	Área total bajo riego (Has)	CARACTERÍSTICAS DEL CANAL										TOMAS			
		Canal de derivación	Progresiva (Km)	Orden	Inicio		Fin				Tipo	Material	Estado	Caudal (m3/seg)	Dimensiones				Longitud (Km)		Compuerta			
					Este	Norte	Este								Norte	B (m)	H (m)	Z	Revestido	Sin revestir	Ancho/ alto	Material	Estado	
1	T-1D Mocara	Sinchao	0+234	L2	532871	9413735	532891	9413383	D	1	5,99	Rústico	Tierra	Bueno	0,15	2,00	0,60	0,70	1,00	0,77	0,80 / 0,70	Fierro	Regular	
2	T-2D Independencia	Sinchao	0+855	L2	532909	9413078	532891	9413091	D	24	25,29	Revestido	Concreto	Bueno	0,40	2,00	0,60	0,70	1,00	0,03	0,80 / 0,70	Fierro	Bueno	
3	T-3D Esther Mania	Sinchao	1+574	L2	533092	9412385	532449	9412478	D	95	40,65	Rústico	Tierra	Regular	0,35	2,00	0,60	0,70	1,00	0,91	0,80 / 0,70	Fierro	Regular	
4	T-4D Casarana	Sinchao	2+320	L2	533484	9411758	533616	9411517	D	2	35,90	Rústico	Tierra	Regular	0,40	2,00	0,60	0,70	1,00	0,32	0,80 / 0,70	Fierro	Regular	
5	T-5D Alto de los Mores	Sinchao	2+844	L2	533654	9411273	532097	9409934	D	382	199,61	Revestido	Concreto /Tierra	Bueno	0,53	2,40	0,80	0,80	1,00	2,10	0,46	0,80 / 0,70	Fierro	Bueno
6	T-5I Santa Rosa	Sinchao	2+877	L2	533673	9411236	533919	9409998	I	185	46,06	Rústico	Tierra	Regular	0,20	2,00	0,60	0,70	1,00	1,29	0,80 / 0,70	Fierro	Bueno	
7	T-6I Los Angeles	Sinchao	4+400	L2	533985	9409767	534115	9409895	I	86	17,39	Rústico	Tierra	Bueno	0,15	2,00	0,60	0,70	1,00	1,19	0,80 / 0,70	Fierro	Bueno	
8	T-6D Sincape (C.La Manga)	Sinchao	4+960	L2	534140	9409224	533159	9408530	D	339	145,80	Rústico	Tierra	Bueno	0,65	2,20	0,70	0,90	0,83	2,80	0,80 / 0,70	Fierro	Bueno	
9	T-6I Orilleros Sincape	Sinchao	4+970	L2	534157	9409212	534382	9408354	I	96	34,03	Rústico	Tierra	Bueno	0,30	2,00	0,60	0,70	1,00	1,22	0,80 / 0,70	Fierro	Bueno	
10	T-7D Montemochio	Sinchao	6+300	L2	534226	9407945	532360	9408263	D	116	55,37	Rústico	Tierra	Bueno	0,25	2,00	0,60	0,70	1,00	2,40	0,80 / 0,70	Fierro	Bueno	
11	T-8I Zona Compuerta	Sinchao	6+300	L2	534237	9407946	534448	9407410	I	134	48,48	Rústico	Tierra	Regular	0,35	2,10	0,70	0,80	1,00	0,75	0,80 / 0,70	Fierro	Bueno	
12	T-8I P Zona Chero	Sinchao	6+732	L2	534246	9407470	534956	9406415	I	236	68,71	Revestido	Concreto /Tierra	Regular	0,35	2,20	0,80	0,70	1,00	0,24	0,80 / 0,70	Fierro	Bueno	
13	T-9D Montegrande	Sinchao	6+875	L2	534240	9407363	532647	9407752	D	232	106,94	Revestido	Concreto	Bueno	0,35	1,20	0,60	0,60	0,50	1,75	0,80 / 0,70	Fierro	Bueno	
14	T-10D Zona Silupu	Sinchao	7+900	L2	534317	9406411	533660	9406877	D	106	28,41	Rústico	Tierra	Bueno	0,25	2,20	0,60	0,80	1,00	0,80	0,80 / 0,70	Fierro	Bueno	
15	T-11I Paico	Sinchao	7+900	L2	534327	9406418	534440	9406001	I	87	41,38	Rústico	Tierra	Bueno	0,25	2,00	0,60	0,70	1,00	0,77	0,80 / 0,70	Fierro	Bueno	
16	T-11D Canal Yovera (Rosa Huertas)	Sinchao	8+500	L2	534478	9405824	534051	9405932	D	93	43,79	Rústico	Tierra	Bueno	0,20	2,00	0,60	0,70	1,00	0,44	0,80 / 0,70	Fierro	Bueno	
17	T-12I San Narciso	Sinchao	8+700	L2	534492	9405608	534459	9405983	I	63	43,76	Rústico	Tierra	Regular	0,30	2,20	0,75	0,70	1,00	0,40	0,80 / 0,70	Fierro	Bueno	

4.1.2. Inventario de obras de arte

En los cuadros 4.6 se detalla la ubicación, las características físicas, constructivas, y de funcionamiento de los obras de arte.

El canal Sinchao cuenta con las siguientes obras de arte: 6 puentes vehiculares y 7 peatonales, de los cuales 10 están en buen estado, 1 en regular estado y 2 en mal estado. En la progresiva 5+003 Km se encuentra un puente en mal estado, el colapso de este ha generado grietas en el talud en esa parte del canal.

Para el procedimiento de aforo se consideró como puntos de control los puentes ubicados en la progresiva 2+269 y 7+565 Km.

Cuadro 4.6. Inventario de obras de arte

N°	UBICACIÓN				OBRAS DE ARTE					
	Progresiva (Km)	Coordenadas UTM		Orden	Tipo	Estado	Dimensiones (m)			Material
		Este	Norte				Ancho	Alto	Largo	
1	0+487	532933	9413445	L1	Puente vehicular	Bueno	18.00	4.00	30.00	Concreto
2	2+269	533469	9411803	L1	Puente peatonal	Bueno	3.00	3.00	18.00	Concreto
3	2+981	533680	9411147	L1	Puente vehicular	Bueno	5.00	3.00	18.00	Concreto
4	3+829	533829	9410316	L1	Puente peatonal	Bueno	3.00	3.00	12.00	Concreto
5	4+206	533911	9409946	L1	Puente vehicular	Bueno	5.00	3.00	12.00	Concreto
6	4+893	534128	9409298	L1	Puente peatonal	Bueno	2.00	2.50	10.00	Concreto
7	5+003	534158	9409196	L1	Puente peatonal	Malo	2.00	2.50	10.00	Concreto
8	6+067	534222	9408177	L1	Puente vehicular	Bueno	5.00	3.00	10.00	Concreto
9	6+865	534243	9407373	L1	Puente peatonal	Bueno	2.00	2.50	10.00	Concreto
10	7+565	534277	9406683	L1	Puente vehicular	Regular	5.00	2.50	10.00	Concreto
11	8+299	534432	9405983	L1	Puente peatonal	Bueno	2.00	2.00	9.00	Concreto
12	8+579	534479	9405714	L1	Puente peatonal	Malo	1.75	2.00	9.00	Concreto
13	9+098	534626	9405233	L1	Puente vehicular	Bueno	5.00	2.00	9.00	Concreto
14	3+061	533694	9411072	L1	Check pico de pato	Bueno	14.00	2.00	25.00	Concreto
15	6+910	534243	9407339	L1	Check pico de pato	Bueno	12.00	2.00	22.00	Concreto
16	0+119	532816	9413787	L1	Pasarela	Bueno	1.50	4.00	9.50	Concreto

De la actualización del inventario de la infraestructura hidráulica y obras de arte se tiene que el estado regular del canal Sinchao, precisamente en las filtraciones que se presentan por el agrietamiento localizado en la progresiva 5+003 Km y el estado de las juntas, influye en las pérdidas por infiltración, así

como la presencia de vegetación influye en la pérdida de velocidad en el flujo y de esta manera la sedimentación; respecto a las compuertas de los laterales de segundo orden se tiene que el 17.65% de las 17 tomas laterales se encuentra en regular estado, esto influye en las pérdidas tanto por infiltración, así como en las pérdidas por operación, donde es necesario determinar el estado de las compuertas, en especial por la hermeticidad (Zavala, 2008). Esta información permite su aplicación para relacionar las pérdidas por conducción, y evaluar las acciones a implementar en el plan de mantenimiento de la comisión de usuarios Sinchao Parte Alta.

4.2. PÉRDIDAS POR CONDUCCIÓN

4.2.1. Pérdidas por infiltración

Para el cálculo de pérdidas por infiltración en el canal Sinchao mediante la fórmula de Uginchus se hizo uso del software HCANALES, para el cual fue necesario conocer las características hidráulicas del canal y sus características constructivas.

Cuadro 4.7. Características del canal Sinchao

Longitud (Km)	Dimensiones					Concreto		Caudal de diseño (m ³ /seg)
	b (m)	B (m)	H (m)	z	Pendiente (m/m)	f'c (kg/cm ²)	Espesor (m)	
9.11	3.00	10.00	2.50	1.50	0.00012	175	0.10	11.00

Asumiendo un caudal promedio de $Q = 7.07 \text{ m}^3/\text{s}$, se analizó las pérdidas por conducción en dos tramos evaluados:

Cuadro 4.8. Características de los tramos evaluados

Características	Tramo 1	Tramo 2
Ancho de solera (m)	3.00	3.00
Talud	1.50	1.50
Rugosidad	0.015	0.015
Pendiente	0.00012	0.00012

Longitud (Km)	2.27	5.33
Espesor (m)	0.10	0.10

Usando la fórmula de Uginchus:

$$P = K \frac{y}{e} \left(b + y\sqrt{1 + Z^2} \right) \times 1000$$

Calculo del tirante:

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

Donde:

$$A = (b + zy)y = (3 + 1.5y)y = 3y + 1.5y^2$$

$$P = b + 2y\sqrt{1 + z^2} = 3 + 2y\sqrt{1 + 1.5^2} = 3 + 2\sqrt{3.25}y$$

$$R = \frac{3y + 1.5y^2}{3 + 2\sqrt{3.25}y}$$

Para tramo 1:

$$7.0700 = \frac{1}{0.015} \times (3y + 1.5y^2) \times \left(\frac{3y + 1.5y^2}{3 + 2\sqrt{3.25}y} \right)^{2/3} \times 0.00012^{1/2}$$

$$9.6810 = (3y + 1.5y^2) \times \left(\frac{3y + 1.5y^2}{3 + 2\sqrt{3.25}y} \right)^{2/3}$$

$$y = 1.7032 \text{ m}$$

Para tramo 2:

$$7.0581 = \frac{1}{0.015} \times (3y + 1.5y^2) \times \left(\frac{3y + 1.5y^2}{3 + 2\sqrt{3.25}y} \right)^{2/3} \times 0.00012^{1/2}$$

$$9.6647 = (3y + 1.5y^2) \times \left(\frac{3y + 1.5y^2}{3 + 2\sqrt{3.25}y} \right)^{2/3}$$

$$y = 1.7018 \text{ m}$$

Considerando el estado de las losas y taludes del canal, se estima una permeabilidad de revestimiento: $K = 5.05 \cdot 10^{-6}$ cm/s.

En el siguiente cuadro 4.9 se presenta la variación del caudal por pérdidas de infiltración según el tramo.

Cuadro 4.9. Pérdidas por infiltración usando la fórmula de Uginchus

Resultados	Tramo 1	Tramo 2
Pérdida/km (m ³ /s-km)	0.0052	0.0052
Caudal inicio (m ³ /s)	7.0700	7.0581
Caudal perdido (m ³ /s)	0.0119	0.0278
Caudal final (m ³ /s)	7.0581	7.0303
% pérdidas (%)	0.17%	0.39%

Fuente: HCANALES V3.0 – Elaboración Propia

4.2.2. Pérdidas por evaporación

Se utilizó la información de las temperaturas registradas durante los años 1973 – 2015 de la estación San Miguel, ubicada en el distrito de Catacaos, provincia Piura, en donde se hizo uso del software CROPWAT el cual está basado en el método de Penman-Monteith, se procedió a calcular la evaporación en función de los datos de temperatura (otros datos estimados).

Cuadro 4.10. Evaporación con el método Penman-Monteith (1973-2015)

Mes	T° mínima (°C)	T° máxima (°C)	Eto (mm/día)
Enero	20.98	33.24	4.89
Febrero	22.25	34.02	5.02
Marzo	21.94	34.00	5.05
Abril	20.59	32.46	4.60
Mayo	18.89	30.13	3.93
Junio	17.51	28.37	3.52
Julio	16.58	27.47	3.47
Agosto	16.40	27.79	3.78
Septiembre	16.47	28.72	4.22

Octubre	17.02	29.29	4.44
Noviembre	17.49	30.15	4.57
Diciembre	19.05	31.74	4.70
Promedio	18.71	30.62	4.35

Fuente: CROPWAT – Elaboración Propia

En el cálculo de las pérdidas por evaporación, se consideró los datos correspondiente al periodo de evaluación (febrero a abril), obteniendo una evaporación diaria promedio de 4.89 mm/día.

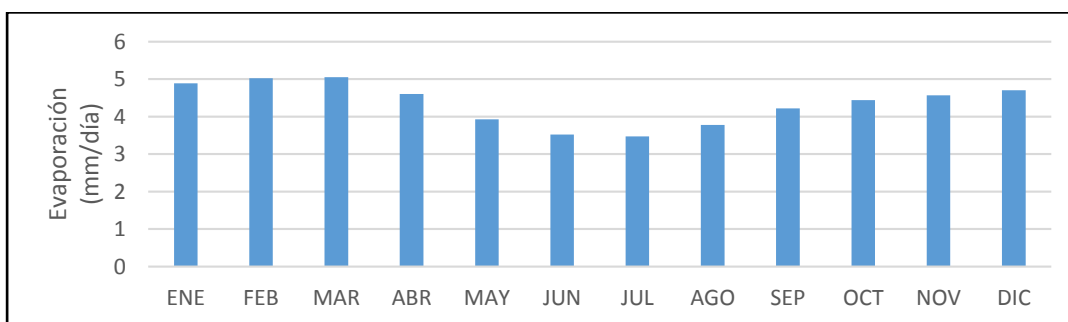


Figura 4.1. Variación de la evaporación (mm/día) según cada mes

En el siguiente cuadro N° se muestra la superficie de agua del canal expuesto a la evaporación calculada por tramos.

Cuadro 4.11. Superficie de agua expuesta a la evaporación por tramos

Tramo	Progresiva	Tirante (m)	Espejo (m)	Longitud (m)	Área (m ²)
1	0+000 a 2+270	1.7032	8.1097	2,270.00	18,409.02
2	2+270 a 7+600	1.7018	8.1054	5,330.00	43,201.78

Cálculo del caudal perdido por evaporación para el tramo 1 tenemos:

$$Q_{p1} = 4.89 \frac{\text{mm}}{\text{día}} \times 18,409.02 \text{ m}^2 = 90.0201 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} = 0.0010 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Cálculo del caudal perdido por evaporación para el tramo 2 tenemos:

$$Q_{p2} = 4.89 \frac{\text{mm}}{\text{día}} \times 43,201.78 \text{ m}^2 = 211.2567 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} = 0.0024 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Cuadro 4.12. Pérdidas por infiltración y por evaporación

Resultados	Tramo 1	Tramo 2
Caudal inicio (m3/s)	7.0700	7.0571
Caudal perdido por infiltración (m3/s)	0.0119	0.0278
Caudal perdido por evaporación (m3/s)	0.0010	0.0024
Caudal final (m3/s)	7.0571	7.0269
Pérdidas (%)	0.18	0.43

En el cuadro 4.12 se muestra que la mayor pérdida es originada por la infiltración. Las pérdidas por infiltración (obtenido con la fórmula Uginchus) y por evaporación (obtenido con el método de Penman-Montheit) suma 0.0057 m3/s por kilómetro, lo cual implica una eficiencia de conducción de 99.39 % en óptimas condiciones de operación del canal Sinchao y las tomas laterales.

Cuadro 4.13. Resumen de pérdidas por infiltración y evaporación

Tramo	Progresiva	Caudal (m3/s)	Variación de caudal (m3/s)	Pérdida por tramo (%)	Pérdida acumulada (%)	Pérdida (m3/s-Km)
	0+000	7.0700				
1			0.0129	0.18	0.18	0.0057
	2+270	7.0571				
2			0.0302	0.43	0.61	0.0057
	7+600	7.0269				
Caudal total perdido			0.0431	Pérdida promedio		0.0057

Las pérdidas por infiltración generadas en las grietas y las juntas del canal Sinchao, se obtuvieron mediante la fórmula de Uginchus, siendo esta $p_i = 0.0398 \text{ m}^3/\text{s}$. Las pérdidas por evaporación generadas por la exposición del espejo de agua del canal Sinchao, se obtuvieron mediante la fórmula de Penman Montheit, siendo esta $p_e = 0.0035 \text{ m}^3/\text{s}$. De esta manera se tiene que las pérdidas por infiltración son mayores que las pérdidas por evaporación, así mismo se tiene que las pérdidas por conducción en total es $p_c = 0.0433 \text{ m}^3/\text{s}$, para una longitud de 7.60 Km.

Las pérdidas por conducción representa solo el 0.61 % de pérdidas del canal, dicho resultado comparado con la investigación de Zapata (2016), donde nos manifiesta que las pérdidas por conducción del canal Salitral 1 representa solo el 3.27% de pérdidas en el canal, se tiene que las pérdidas por conducción en el canal Sinchao es mayor, debido a que las pérdidas por infiltración en este son menores por tratarse de un canal revestido.

4.3. EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN

Las pérdidas de agua que se producen en la conducción en el canal Sinchao se origina por las filtraciones, el deterioro de las juntas, y por el agrietamiento ubicado en la progresiva 5+003 Km.

Debe tenerse en cuenta que también se presenta pérdidas de agua en menor proporción generada por la presencia de vegetación; la deficiencia en la operación del recurso hídrico, el cual se presenta en la inadecuada manipulación de las estructuras de control (tomas laterales), ocasionando el deterioro de las compuertas.

La evaluación de la eficiencia de conducción se realizó utilizando los aforos realizados con el correntómetro en 2 puntos de control en el canal Sinchao y los aforos en las tomas laterales de segundo orden usando como regulador de caudal las compuertas, y de esta manera obtener la variación de caudales y un rango de eficiencias por tramos.

El siguiente cuadro muestra los pedidos de agua por semana aprobado por la Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Medio y Bajo Piura y la Administración Local de Agua Medio y Bajo Piura, los cuales han sido seleccionados de acuerdo con las fechas programadas de los aforos. Cabe resaltar que los caudales diarios programados por la Comisión de Usuarios del Subsector Hidráulico Sinchao Parte Alta, varían en función a las tomas programadas para operar de acuerdo al PDA, sin embargo, los caudales programados no llegan a ejecutarse como corresponde, debido a las deficiencias en operación y las condiciones en las tomas laterales de distribución.

Cuadro 4.14. Pedidos de agua aprobado de la Comisión de Usuarios Sinchao Parte Alta

CANALES DE RIEGO	ÁREA	PEDIDOS DE AGUA APROBADO POR JUNTA DE USUARIOS MEDIO Y BAJO PIURA Y ADMINISTRACION LOCAL DE AGUA MEDIO Y BAJO PIURA							VOLUMEN (m3)	
		CAUDALES (M3/S)							NETO	BRUTO
		L	M	M	J	V	S	D		
Semana 19/02/18 al 25/02/18		19	20	21	22	23	24	25		
Canal Sinchao		4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90		
C.U. Sinchao Parte Alta	64.57	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	355,701	514,080
Semana 26/02/18 al 04/03/18		26	27	28	1	2	3	4		
Canal Sinchao		7.60	7.60	7.60	7.60	7.60	7.60	7.60		
C.U. Sinchao Parte Alta	16.24	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	677,183	967,680
Semana 05/03/18 al 11/03/18		5	6	7	8	9	10	11		
Canal Sinchao		8.05	8.05	8.05	8.05	8.05	8.05	8.05		
C.U. Sinchao Parte Alta	350.88	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	869,380	1,239,840
Semana 12/03/18 al 18/03/18		12	13	14	15	16	17	18		
Canal Sinchao		8.20	8.20	8.20	8.20	8.20	8.20	8.20		
C.U. Sinchao Parte Alta	371.36	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	629,195	907,200
Semana 02/04/18 al 08/04/18		2	3	4	5	6	7	8		
Canal Sinchao		5.40	5.40	5.40	5.40	5.40	5.40	5.40		
C.U. Sinchao Parte Alta	266.62	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	417,295	665,280
Semana 09/04/18 al 15/04/18		9	10	11	12	13	14	15		
Canal Sinchao		6.35	6.35	6.35	6.35	6.35	6.35	6.35		
C.U. Sinchao Parte Alta	266.62	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	481,205	635,040
Semana 16/04/18 al 22/04/18		16	17	18	19	20	21	22		
Canal Sinchao		6.55	6.55	6.55	6.55	6.55	6.55	6.55		
C.U. Sinchao Parte Alta	296.36	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	482,181	635,040
Semana 23/04/18 al 29/04/18		23	24	25	26	27	28	29		
Canal Sinchao		7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20		
C.U. Sinchao Parte Alta	334.83	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	547,659	725,760

Fuente: Administración Local de Agua Medio y Bajo Piura – Elaboración propia

En el cuadro 4.15 se muestra que la eficiencia de conducción es 97.69 %. La mayor pérdida ocurre en el tramo 2, siendo esta 0.0166 m³/s-Km. Cabe indicar que se estuvo distribuyendo agua en el segundo tramo en la toma T-6D Sincape.

Cuadro 4.15. Evaluación de la eficiencia de conducción del aforo N° 01

Aforo N° 01 - 20/02/2018									
Punto de control		Caudal (m³/s)		Variación de caudal (m³/s)	Progresiva (Km)	Longitud (Km)	Eficiencia del tramo (%)	Pérdida en tramo (%)	Eficiencia acumulada (%)
Canal Sinchao	Tomas Laterales	Canal Sinchao	Distribución						
Toma		5.37			0+000				
				0.0352		2.27	99.34	0.66	99.34
PC1		5.3348			2+270				
	T-6D Sincap		0.2063	0.2949		5.33	98.34	1.66	97.69
PC2		5.0399			7+600				
Eficiencia (%)									97.69

En el cuadro 4.16 se muestra que la eficiencia de conducción es 98.05 %. La mayor pérdida ocurre en el tramo 2, siendo esta 0.0206 m³/s-Km. Cabe indicar que se estuvo distribuyendo agua en 1 toma en el primer tramo y 4 tomas en el segundo tramo.

Cuadro 4.16. Evaluación de la eficiencia de conducción del aforo N° 02

Aforo N° 02 - 26/02/2018									
Punto de control		Caudal (m³/s)		Variación de caudal (m³/s)	Progresiva (Km)	Longitud (Km)	Eficiencia del tramo (%)	Pérdida en tramo (%)	Eficiencia acumulada (%)
Canal Sinchao	Tomas Laterales	Canal Sinchao	Distribución						
Toma		7.96			0+000				
	T-2D Independencia		0.1666	0.2121		2.27	99.43	0.57	99.43
PC1		7.7479			2+270				
	T-4D Casarana		1.1213	1.2312		5.33	98.58	1.42	98.05
	T-5D Alto de los Mores								
	T-6D Sincap								
	T-9D Montegrande								
PC2		6.5167			7+600				
Eficiencia (%)									98.05

En el cuadro 4.17 se muestra que la eficiencia de conducción es 97.89 %. La mayor pérdida ocurre en el tramo 2, siendo esta 0.0243 m³/s-Km. Cabe indicar que se estuvo distribuyendo agua en 1 toma en el primer tramo y 4 tomas en el segundo tramo.

Cuadro 4.17. Evaluación de la eficiencia de conducción del aforo N° 03

Aforo N° 03 - 07/03/2018									
Punto de control		Caudal (m ³ /s)		Variación de caudal (m ³ /s)	Progresiva (Km)	Longitud (Km)	Eficiencia del tramo (%)	Pérdida en tramo (%)	Eficiencia acumulada (%)
Canal Sinchao	Tomas Laterales	Canal Sinchao	Distribución						
Toma		8.44			0+000				
	T-3D Esther Maria		0.3536	0.4021		2.27	99.43	0.57	99.43
PC1		8.0379			2+270				
	T-5D Alto de los Mores		1.0317	1.1614		5.33	98.39	1.61	97.89
	T-5I Santa Rosa								
	T-6D Sincapi								
	T-9D Montegrande								
PC2		6.8764			7+600				
Eficiencia (%)									97.89

En el cuadro 4.18 se muestra que la eficiencia de conducción es 97.92 %. La mayor pérdida ocurre entre las progresivas 2+270 Km y 7+600 Km, siendo esta 0.0241 m³/s-Km. Cabe indicar que se estuvo distribuyendo agua en 4 tomas en el segundo tramo.

Cuadro 4.18. Evaluación de la eficiencia de conducción del aforo N° 04

Aforo N° 04 - 15/03/2018									
Punto de control		Caudal (m ³ /s)		Variación de caudal (m ³ /s)	Progresiva (Km)	Longitud (Km)	Eficiencia del tramo (%)	Pérdida en tramo (%)	Eficiencia acumulada (%)
Canal Sinchao	Tomas Laterales	Canal Sinchao	Distribución						
Toma		8.34			0+000				
				0.0455		2.27	99.45	0.55	99.45
PC1		8.2945			2+270				
	T-5D Alto de los Mores		1.1124	1.2407		5.33	98.45	1.55	97.92
	T-5I Santa Rosa								
	T-6D Sincapi								
	T-9D Montegrande								
PC2		7.0538			7+600				
Eficiencia (%)									97.92

En el cuadro 4.19 se muestra que la eficiencia de conducción es 97.71 %. La mayor pérdida ocurre en el tramo 2, siendo esta 0.0160 m³/s-Km. Cabe indicar que se estuvo distribuyendo agua en 1 toma en el primer tramo y 2 tomas en el segundo tramo.

Cuadro 4.19. Evaluación de la eficiencia de conducción del aforo N° 05

Aforo N° 05 - 06/04/2018									
Punto de control		Caudal (m³/s)		Variación de caudal (m³/s)	Progresiva (Km)	Longitud (Km)	Eficiencia del tramo (%)	Pérdida en tramo (%)	Eficiencia acumulada (%)
Canal Sinchao	Tomas Laterales	Canal Sinchao	Distribución						
Toma		5.35			0+000				
	T-3D Esther Maria		0.1884	0.2255		2.27	99.31	0.69	99.31
PC1		5.1245			2+270				
	T-5D Alto de los Mores		0.5606	0.6460		5.33	98.33	1.67	97.71
	T-6D Sincapè								
PC2		4.4785			7+600				
Eficiencia (%)									97.71

En el cuadro 4.20 se muestra que la eficiencia de conducción es 97.77 %. La mayor pérdida ocurre en el tramo 2, siendo esta 0.0207 m³/s-Km. Cabe indicar que se estuvo distribuyendo agua en 1 toma en el primer tramo y 2 tomas en el segundo tramo.

Cuadro 4.20. Evaluación de la eficiencia de conducción del aforo N° 06

Aforo N° 06 - 12/04/2018									
Punto de control		Caudal (m³/s)		Variación de caudal (m³/s)	Progresiva (Km)	Longitud (Km)	Eficiencia del tramo (%)	Pérdida en tramo (%)	Eficiencia acumulada (%)
Canal Sinchao	Tomas Laterales	Canal Sinchao	Distribución						
Toma		6.64			0+000				
				0.0379		2.27	99.43	0.57	99.43
PC1		6.6021			2+270				
	T-5D Alto de los Mores		0.6349	0.7450		5.33	98.33	1.67	97.77
	T-5I Santa Rosa								
	T-6D Sincapè								
PC2		5.8571			7+600				
Eficiencia (%)									97.77

En el cuadro 4.21 se muestra que la eficiencia de conducción es 97.84 %. La mayor pérdida ocurre en el tramo 2, siendo esta 0.0203 m³/s-Km. Cabe indicar que se estuvo distribuyendo agua en 1 toma en el primer tramo y 3 tomas en el segundo tramo.

Cuadro 4.21. Evaluación de la eficiencia de conducción del aforo N° 07

Aforo N° 07 - 19/04/2018									
Punto de control		Caudal (m³/s)		Variación de caudal (m³/s)	Progresiva (Km)	Longitud (Km)	Eficiencia del tramo (%)	Pérdida en tramo (%)	Eficiencia acumulada (%)
Canal Sinchao	Tomas Laterales	Canal Sinchao	Distribución						
Toma		7.17			0+000				
	T-3D Esther Maria		0.2461	0.2923		2.27	99.36	0.64	99.36
PC1		6.8777			2+270				
	T-5D Alto de los Mores		0.5871	0.6955		5.33	98.42	1.58	97.84
	T-5I Santa Rosa								
	T-9D Montegrande								
PC2		6.1822			7+600				
Eficiencia (%)									97.84

En el cuadro 4.22 se muestra que la eficiencia de conducción es 97.75 %. La mayor pérdida ocurre en el tramo 2, siendo esta 0.02351 m³/s-Km. Cabe indicar que se estuvo distribuyendo agua en 3 tomas en el segundo tramo.

Cuadro 4.22. Evaluación de la eficiencia de conducción del aforo N° 08

Aforo N° 08 - 27/04/2018									
Punto de control		Caudal (m³/s)		Variación de caudal (m³/s)	Progresiva (Km)	Longitud (Km)	Eficiencia del tramo (%)	Pérdida en tramo (%)	Eficiencia acumulada (%)
Canal Sinchao	Tomas Laterales	Canal Sinchao	Distribución						
Toma		7.28			0+000				
				0.0383		2.27	99.47	0.53	99.47
PC1		7.2417			2+270				
	T-5D Alto de los Mores		0.7749	0.9002		5.33	98.27	1.73	97.75
	T-6D Sincapi								
	T-7D Montemochi								
PC2		6.3415			7+600				
Eficiencia (%)									97.75

El cuadro 4.23 muestra el resumen de los caudales tanto de entrada, salida y distribución, con sus respectivas eficiencias de conducción. El caudal mínimo correspondiente al aforo N° 5 con una eficiencia de 97.71 %, y el caudal máximo correspondiente al aforo N° 3 se obtiene una eficiencia de 97.89%. Se obtiene un promedio de pérdidas totales de 0.020 m³/s-Km y un promedio de eficiencia de conducción de 97.83%.

Cuadro 4.23. Resumen de las eficiencias de conducción del canal Sinchao

Aforo N°	Fecha	Caudal de entrada (m3/s)	Caudal de salida (m3/s)	Caudal de distribución (m3/s)	Variación de caudal (m3/s)	Longitud (Km)	Pérdidas Totales (m3/s-Km)	Eficiencia de conducción (%)
1	20/02	5.37	5.04	0.21	0.1238	7.60	0.016	97.69
2	26/02	7.96	6.52	1.29	0.1554	7.60	0.020	98.05
3	07/03	8.44	6.88	1.39	0.1782	7.60	0.023	97.89
4	15/03	8.34	7.05	1.11	0.1738	7.60	0.023	97.92
5	06/04	5.35	4.48	0.75	0.1224	7.60	0.016	97.71
6	12/04	6.64	5.86	0.63	0.1480	7.60	0.019	97.77
7	19/04	7.17	6.18	0.83	0.1546	7.60	0.020	97.84
8	27/04	7.28	6.34	0.77	0.1637	7.60	0.022	97.75

En la figura 4.2 se muestra el comportamiento de la eficiencia de conducción según el caudal de entrada y de salida.

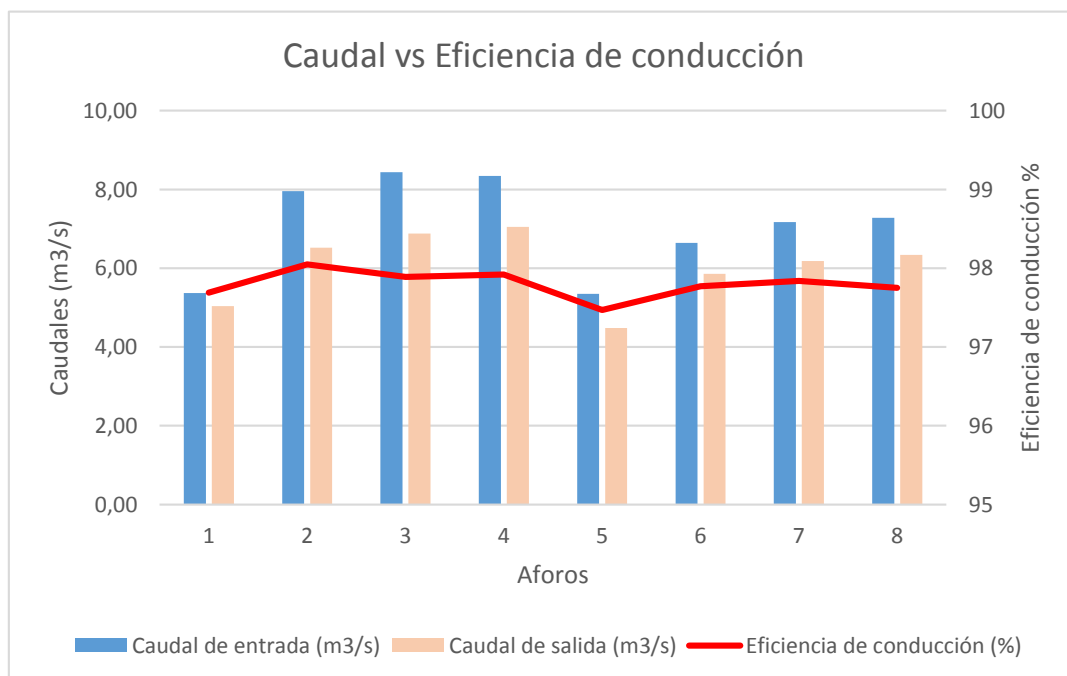


Figura 4.2. Caudal vs Eficiencia de conducción

El siguiente cuadro se realizó con los caudales de operación del Proyecto Especial Chira Piura y los caudales de aforos realizados en las compuertas de los laterales de segundo orden, comparado con los caudales programados que han sido aprobados en el Plan de Distribución de Agua (PDA) por semana.

En el cuadro 4.24 se muestran las eficiencias operativas, en donde la eficiencia entre lo programado por la comisión de usuarios Sinchao Parte Alta y lo entregado por el Proyecto Especial Chira Piura (PECHP) en promedio es 100.00%, es decir el operador de infraestructura hidráulica mayor asegura el caudal programado entregando un caudal un tanto mayor; y respecto a la eficiencia entre lo programado y lo distribuido por la comisión de usuarios Sinchao Parte Alta, la más baja se dio en el primer aforo realizado con una eficiencia de 36.84%, debido a que no se operó todas las tomas laterales programadas para ese día, además se muestra que la eficiencia promedio sin considerar el primer aforo es de 84.21%.

Cuadro 4.24. Análisis de eficiencias operativas del canal Sinchao

Fecha	Caudal toma Sinchao (m3/s)		Eficiencia (%)	Caudal tomas laterales (m3/s)		Eficiencia (%)
	Programado	Entregado		Programado	Entregado	
20/02/18	4.90	5.37	100.00	0.56	0.21	36.84
26/02/18	7.60	7.96	100.00	1.33	1.29	96.84
07/03/18	8.05	8.44	100.00	1.66	1.39	83.46
15/03/18	8.20	8.34	100.00	1.35	1.11	82.40
06/04/18	5.40	5.35	99.07	0.80	0.75	94.63
12/04/18	6.35	6.64	100.00	0.87	0.63	73.98
19/04/18	6.55	7.17	100.00	0.83	0.83	100.00
27/04/18	7.20	7.28	100.00	1.02	0.77	75.97

De acuerdo a los resultados obtenidos de los aforos realizados utilizando el correntómetro y las compuertas como estructuras de control se obtiene una eficiencia promedio de conducción de 97.83% para el canal Sinchao, el cual es muy aceptable en comparación con el trabajo de investigación de Palacios (1991), en donde nos manifiesta que la eficiencia media del conducción es del orden del 60.00%. Así mismo, al analizar este resultado con la eficiencia de conducción programada del 93.08%, se muestra que hay

una diferencia de 4.75%, lo cual es muy aceptable, sin embargo, esta diferencia de caudal de agua se está desperdiciando ya que no llega a aprovecharse por la comisión de usuarios Sinchao Parte Alta, y podría aprovecharse para optimizar la dotación de agua.

En la evaluación de las pérdidas por conducción se utilizaron los datos de distribución de agua y los aforos realizados, lo que nos permite analizar los caudales programados con los caudales recibidos y distribuidos, de esta forma se obtuvo eficiencias operativas del 100.00% y 84.24% respectivamente, en donde nos muestra que los caudales recibidos cumplen con los caudales programados, y respecto los caudales distribuidos hay una pérdida del 15.76%, el cual es considerado aceptable comparado con la eficiencia de distribución programada del 80.26% por la comisión de usuarios Sinchao Parte Alta. Sin embargo, esta puede mejorarse con capacitación en materia de operación de infraestructura hidráulica al sectorista de riego, el cual es encargado de operar las tomas laterales.

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Del inventario de la infraestructura hidráulica y obras de arte del canal Sinchao, se verificó que el canal Sinchao se encuentra en regular estado, tiene un punto crítico en la progresiva 5+003 Km por el colapso de un puente, ocasionado agrietamiento en el talud del canal, además hay presencia de una baja densidad de vegetación a lo largo del canal. El 17.65% de las 17 tomas laterales de segundo orden se encuentra en regular estado.
- Las pérdidas de agua por infiltración y evaporación en la conducción del canal Sinchao para un caudal promedio de 7.07 m³/s, es $P = 0.0057$ m³/s-Km, lo que representa solo el 0.61% de pérdidas en el canal.
- Con la presencia de un caudal mínimo de 5.35 m³/s, se obtiene una eficiencia de 97.71 %; con un caudal máximo de 8.44 m³/s, se obtiene una eficiencia de 97.89%; y con un caudal promedio de 7.07 m³/s, se obtiene una eficiencia promedio de conducción de 97.83%, que representa pérdidas totales de 0.0200 m³/s-Km. Durante este proceso las pérdidas se dieron por evaporación de la superficie expuesta del espejo del agua; por infiltración a través de las grietas y las juntas del canal; y por la operación de las tomas laterales.
- De acuerdo al Plan de Distribución de Agua (PDA), la eficiencia de conducción asumida empíricamente (a través de aforos con correntómetro y en función de los caudales requeridos) por la comisión de usuarios Sinchao Parte Alta, en promedio es 93.08%; es decir la eficiencia de conducción usada es menor que la eficiencia de conducción real obtenida, siendo una diferencia de 4.75%, que no se está facturando o se está desperdiciando.
- El tramo con mayor pérdida de caudal está entre la progresiva 2+270 al 7+600 Km, con una pérdida promedio de 0.0162 m³/s-Km. Esto se debe a que es el tramo de mayor longitud; así mismo presenta un mayor número de tomas laterales, y el mal manejo de dichas estructuras hidráulicas; además de la presencia de una mayor infiltración en el punto crítico ubicado en la progresiva 5+003 Km.
- La eficiencia promedio entre lo programado y lo recibido en la toma Sinchao es 100%, lo que significa que la entrega del agua es óptima para los caudales que se programan y se aprueban para el subsector hidráulico Sinchao. La eficiencia

promedio entre lo programado y lo distribuido en las tomas laterales de segundo orden, es de 84%, considerado aceptable, sin embargo representa aún pérdidas de agua que podría beneficiar a la comisión de usuarios, si se mejora la operación.

- El caudal de agua que es captado por el canal Sinchao, y distribuido hasta los laterales de segundo orden, es suficiente y permite abastecer las necesidades hídricas de los cultivos del valle, cumpliendo con lo programado para dicha comisión, y de esta manera también compensa la eficiencia en la distribución. Sin embargo es necesario mejorar las eficiencias operativas para asegurar que la cantidad de agua que llegue a los usuarios sea la necesaria.

5.2. RECOMENDACIONES

- Una de las soluciones a corto plazo para garantizar una mayor eficiencia operativa es mejorar y optimizar la conducción y distribución.
- La junta de usuarios Medio y Bajo Piura y la comisión de usuarios Sinchao Parte Alta, a partir de la fecha deben utilizar la eficiencia de conducción obtenida en esta investigación, lo que implicaría mejorar la eficiencia de operación, de esta manera conseguir una eficiencia óptima del subsector hidráulico.
- La metodología utilizada en la presente investigación, debe utilizarse para implementar un programa de mediciones, que permita determinar y actualizar las eficiencias, de esta manera se logrará sincerar el uso de agua que se viene programando.
- A nivel de la junta de usuarios y la comisión de usuarios, deben ejecutar las siguientes acciones:
 - ✓ Respecto al Plan de Mantenimiento se debe programar y ejecutar en forma oportuna la rehabilitación de la losa afectada ubicada en la progresiva 5+033 Km; rehabilitación de pozas de aforo; reparar las compuertas de las tomas laterales; y limpieza y desbroce del canal Sinchao.
 - ✓ Aplicar medidas ante el uso no autorizado del agua y manejo de las estructuras hidráulicas por personas no autorizada.
 - ✓ Mejorar la aplicación del Plan de Distribución de (PDA), así mismo respetar los turnos de riego.
 - ✓ Seguir capacitando de manera teórica y práctico al personal técnico de la comisión de usuarios en materia de operación y mantenimiento.

CAPÍTULO 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHUMADA ZAVALA, L. A. (2008). *Optimización de la distribución de agua para el riego en el canal lateral TP-2 del canal Talambo – Zaña*. Tesis. Ingeniero Agrícola. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- CADAVID, J. H. (2006). *Hidráulica de canales: fundamentos*. Universidad Eafit. Colombia. Pag 39-41
- CHOW, V. T., MAIDMENT, D. R., Y MAYS, L. W. (1994). *Hidrología Aplicada* (1era ed.). McGraw-Hill. Colombia. Pag. 190-195
- CHOW, V. T. (1994). *Hidráulica de canales abiertos*. McGraw-Hill. Colombia. Pag. 24-27
- COMISIÓN DE PLANEAMIENTO ESTRATÉGICO DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ARENA. (2015). *Plan de Desarrollo Concertado 2016-2021 del Distrito de La Arena*. Centro de Investigación y Promoción del Campesinado -CIPCA. Perú.
- CONSEJO DE RECURSOS HÍDRICOS CUENCA CHIRA PIURA (2017). *Plan de Aprovechamiento de la Disponibilidad Hídrica PADH Cuenca Chira Piura Periodo 2017-2018*. Autoridad Nacional del Agua y Consejo de Recursos Hídricos Cuenca Chira Piura. Perú.
- GARCÍA DOMÍNGUEZ, M., SANCHEZ COHEN, I., GARCÍA HERRERA, G., MORENO DÍAZ, L., TREJO CALZADA, R., Y HERNÁNDEZ MARTÍNEZ, M. (2010). *Evaluación de la eficiencia de riego en el módulo IV del Distrito de Riego 017 Comarca Lagunera, Mexico*. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas, IX, (2) 99-106.

INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES - INRENA (2005). *Manual de Hidrometría* (1era ed.). Proyecto Subsectorial de Irrigación – PSI. Perú. Pag. 4-26

Ley N° 29338. (2009). *Ley de Recursos Hídricos*.

MARCHÁN GUERRERO, D. J. (2017). *Determinación de la eficiencia de conducción del canal Hidráulica, para un mejor aprovechamiento del recurso hídrico, Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Menor Chira, Distrito de Salitral, Región Piura*. Tesis. Ingeniero Agrícola. Universidad Nacional de Piura.

MORALES CARBONEL E. J. (2017). *Evaluación de la eficiencia de conducción de dos kilómetros del canal Rinrin Pampa y determinación de los procedimientos para mejorar su eficiencia, en el distrito de Pampa Chico – Recuay – Región Ancash*. Tesis. Ingeniero Agrícola. Universidad Nacional de Trujillo. Repositorio Institucional UNITRU

NUÑEZ LEONARDO, A. (2015). *Manual del Cálculo de Eficiencia para Sistemas de Riego* (1era ed.). Dirección General de Infraestructura Agraria y Riego - DGIAR. Perú. Pag. 7-9

OTT HYDROMET (s.f.). *OTT C31*. Disponible en: <https://www.ott.com/es-la/productos/caudal-de-agua-84/ott-c31-277/> [accesado el 10 de enero del 2018]

PALACIOS-VÉLEZ, E. (1991). *La eficiencia en el uso del agua en los distritos de riego*. México. Colegio de Postgraduados Campus Montecillo.

PROYECTO SUBSECTORIAL DE IRRIGACIÓN - PSI (2004). *Determinación de eficiencias de conducción y de distribución*. Proyecto Subsectorial de Irrigación – PSI. Perú. Pag. 13-51

Resolución Jefatural N° 892-2011-ANA. (2011). *Reglamento de operadores de infraestructura hidráulica.*

Resolución Jefatural N° 107-2016-ANA. (2016). *Lineamientos para determinar y establecer los parámetros de eficiencia para el aprovechamiento de los recursos hídricos.*

RINGLER, C., ROSEGRANT, M. W., Y PAISNER, M. S. (2000). *Irrigation and water resources in Latin America and the Caribbean: challenges and strategies.* Environment and Production Technology Division. Estados Unidos. Pag 26-27

SOTELO AVILA, G. (1997). *Hidráulica General.* LIMUSA S.A. México. Pag. 203-218

TANDAYPAN RODRIGUEZ, H. (2015). *Evaluación de las eficiencias de conducción en los canales de derivación de la Comisión de Usuarios de Sausal, su impacto en la dotación de agua en la distribución.* Tesis. Ingeniero Agrícola. Universidad Nacional de Trujillo. Repositorio Institucional UNITRU

VILLÓN BÉJAR, M. (2002). *Hidrología* (1era ed.). Editorial Tecnológica de Costa Rica. Costa Rica. Pag. 143-164

VILLÓN BÉJAR, M. (2005). *Diseño de Estructuras Hidráulicas.* Editorial Villón. Perú. Pag. 29-39

ZAPATA LACHIRA, N. L. (2016). *Evaluación de la eficiencia de conducción para el mejoramiento de la distribución, en el canal L1 Salitral 1, de la Comisión de Usuarios del Subsector Hidráulico Miguel Checa – Sullana – Piura.* Tesis. Ingeniero Agrícola. Universidad Nacional de Piura.

ANEXOS

ANEXO 1

FORMATOS

Junta de Usuarios:
Comisión de Usuarios:
Canal:
Lugar de Aforo:
Fecha de Aforo:

[illegible]

Formato 4. Formato de registro de aforo con correntómetro

[illegible]

Formato 3. Formato de aforo en tomas laterales de distribución

ANEXO 2

APLICACIÓN DEL SOFTWARE HCANALES Y CROPWAT

Cálculo de pérdidas por infiltración en canales

Datos:

Caudal (Q): m³/s

Ancho de solera (b): m

Talud (Z):

Rugosidad (n):

Pendiente (S): m/m

Longitud canal (L): Km


Canales en tierra

Otros datos:

Espesor revestimiento (e): m

Permeabilidad del revestimiento, hormigón (K): cm/s

Canales revestidos



Resultados:

Pérdidas/km (P): m³·s·km

Q perdido: m³/s

Q final: m³/s

% pérdidas: %

Ejecuta las operaciones

2:07 p. m. 19/11/2018

Cálculo de pérdidas por infiltración en tramo 1

Cálculo de pérdidas por infiltración en canales

Datos:

Caudal (Q): m³/s

Ancho de solera (b): m

Talud (Z):

Rugosidad (n):

Pendiente (S): m/m

Longitud canal (L): Km


Canales en tierra

Otros datos:

Espesor revestimiento (e): m

Permeabilidad del revestimiento, hormigón (K): cm/s

Canales revestidos



Resultados:

Pérdidas/km (P): m³·s·km

Q perdido: m³/s

Q final: m³/s

% pérdidas: %

Ingresar el valor de la permeabilidad del revestimiento

2:09 p. m. 19/11/2018

Cálculo de pérdidas por infiltración en tramo 2

Cálculos en compuertas y orificios

Compuerta

Datos de la compuerta:

Ancho de la compuerta (b): 0.80 m

Tirante aguas arriba (y1): 1.68 m

Abertura de la compuerta (a): 0.10 m

Coefficiente de contracción (Cc): 0.62

Ecuaciones:

$$Q = C_d b a \sqrt{2g y_1} \quad \text{m}^3/\text{s}$$

donde:

$$C_d = \frac{C_c C_v}{\sqrt{1 + \frac{C_c a}{y_1}}}$$

b = ancho compuerta, m
a = abertura compuerta, m
y1 = tirante aguas arriba compuerta, m
Cd = coeficiente descarga
Cc = coeficiente contracción
Cv = coeficiente velocidad

para fines prácticos: Cc = 0.62

$$C_v = 0.96 + 0.079 \frac{a}{y_1}$$

Elementos de una compuerta

Resultados:

Coeficiente de velocidad (Cv): 0.9647

Coeficiente de descarga (Cd): 0.5874

Caudal (Q): 0.2698 m³/s

269.78 l/seg

Calcular Limpiar Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora

Ingresar el valor del ancho de la compuerta 22.47 18/11/2018

Cálculo de caudal de descarga en las tomas laterales

ETo Penman-Monteith Mensual - C:\ProgramData\CROPWAT\data\climate\SAN MIGUEL.PEM

País PERU **Estación** SAN MIGUEL

Altitud 24 m. **Latitud** 5.25 °S **Longitud** 80.68 °W

Mes	Temp Min °C	Temp Max °C	Humedad kPa	Viento km/día	Insolación horas	Rad MJ/m²/día	ETo mm/día
Enero	21.0	33.2	2.82	173	8.5	22.6	4.89
Febrero	22.3	34.0	3.02	173	8.1	22.5	5.02
Marzo	21.9	34.0	2.97	173	8.3	22.5	5.05
Abril	20.6	32.5	2.74	173	8.0	21.0	4.60
Mayo	18.9	30.1	2.44	173	7.5	18.8	3.93
Junio	17.5	28.4	2.23	173	7.3	17.6	3.52
Julio	16.6	27.5	2.11	173	7.3	17.9	3.47
Agosto	16.4	27.8	2.10	173	7.6	19.7	3.78
Septiembre	16.5	28.7	2.15	173	8.2	21.8	4.22
Octubre	17.0	29.3	2.22	173	8.3	22.6	4.44
Noviembre	17.5	30.2	2.31	173	8.7	23.0	4.57
Diciembre	19.1	31.7	2.54	173	8.7	22.7	4.70
Promedio	18.8	30.6	2.47	173	8.0	21.1	4.35

Cálculo de evaporación en mm/día por cada mes en la zona de investigación

ANEXO 3

REGISTROS DE AFOROS

REGISTRO DE AFORO CON CORRENTÓMETRO													
Junta de usuarios: Medio y Bajo Piura		Canal: Sinchao		Aforo N°: 1									
Comisión de usuarios: Sinchao Parte Alta		Estación de aforo: Km 2+269		Fecha: 20/02/2018									
Sondeos		Datos del Correntómetro				Velocidad (m/s)			Sección			Descarga Parcial	
Distancia del punto inicial	Profundidad	Profundidad de observación		N° de revoluciones	Tiempo	Valor de n	En el punto	Coefficiente	Media del tramo	Ancho	Profundidad media		Area
(m)	(m)	Método	(m)		(seg.)		(m/s)		(m/s)	(m)	(m)	(m2)	(m3/sg)
0.00	0.00	0.4 y	-	-	50	-	0.21						
0.39	0.24		0.10	80		1.60	0.42	1.60	0.36	0.78	0.25	0.19	0.069
0.78	0.50		0.20	84		1.68	0.45	1.68					
1.17	0.74		0.30	94		1.88	0.50	1.88	0.51	0.78	0.73	0.57	0.291
1.56	0.96		0.38	110		2.20	0.58	2.20					
1.95	1.21		0.48	114		2.28	0.60	2.28	0.59	0.78	1.23	0.96	0.570
2.34	1.52		0.61	114		2.28	0.60	2.28					
0.42	1.54		0.62	113		2.26	0.60	2.26	0.57	0.83	1.54	1.28	0.733
0.83	1.56		0.62	99		1.98	0.52	1.98					
1.25	1.57		0.63	104		2.08	0.55	2.08	0.54	0.83	1.57	1.30	0.702
1.66	1.58		0.63	103		2.06	0.54	2.06					
2.08	1.57		0.63	110		2.20	0.58	2.20	0.57	0.83	1.58	1.31	0.744
2.49	1.58		0.63	110		2.20	0.58	2.20					
2.91	1.59		0.64	124		2.48	0.65	2.48	0.63	0.83	1.59	1.32	0.832
3.32	1.60		0.64	125		2.50	0.66	2.50					
0.42	1.40		0.56	127		2.54	0.67	2.54	0.68	0.83	1.37	1.14	0.774
0.83	1.12		0.45	134		2.68	0.71	2.68					
1.25	0.90		0.36	136		2.72	0.72	2.72	0.68	0.83	0.88	0.73	0.499
1.66	0.61		0.24	120		2.40	0.63	2.40					
2.08	0.30		0.12	99		1.98	0.52	1.98	0.47	0.83	0.30	0.25	0.119
2.50	0.00	-	-	-	0.26								
DESCARGA TOTAL:													5.335

Aforo N° 01 en tramo 1

REGISTRO DE AFORO CON CORRENTÓMETRO													
Junta de usuarios: Medio y Bajo Piura		Canal: Sinchao		Aforo N°: 1									
Comisión de usuarios: Sinchao Parte Alta		Estación de aforo: Km 7+565		Fecha: 20/02/2018									
Sondeos		Datos del Correntómetro				Velocidad (m/s)			Sección			Descarga Parcial	
Distancia del punto inicial	Profundidad	Profundidad de observación		N° de revoluciones	Tiempo	Valor de n	En el punto	Coefficiente	Media del tramo	Ancho	Profundidad media		Area
(m)	(m)	Método	(m)		(seg.)		(m/s)		(m/s)	(m)	(m)	(m2)	(m3/sg)
0.00	0.00	0.4 y	-	-	50	-	0.38						
0.56	0.37		0.15	144		2.88	0.76	2.88	0.65	1.11	0.37	0.41	0.268
1.11	0.74		0.30	157		3.14	0.82	3.14					
1.67	1.11		0.44	173		3.46	0.91	3.46	0.87	1.11	1.11	1.23	1.073
2.22	1.48		0.59	168		3.36	0.88	3.36					
0.42	1.48		0.59	139		2.78	0.73	2.78	0.76	0.83	1.48	1.23	0.936
0.83	1.48		0.59	126		2.52	0.66	2.52					
1.25	1.48		0.59	127		2.54	0.67	2.54	0.67	0.83	1.48	1.23	0.821
1.67	1.48		0.59	126		2.52	0.66	2.52					
2.09	1.48		0.59	137		2.74	0.72	2.74	0.71	0.83	1.48	1.23	0.881
2.50	1.48		0.59	144		2.88	0.76	2.88					
0.56	1.11		0.44	145		2.90	0.76	2.90	0.71	1.11	1.11	1.23	0.877
1.11	0.74		0.30	117		2.34	0.62	2.34					
1.67	0.37		0.15	90		1.80	0.48	1.80	0.44	1.11	0.37	0.41	0.182
2.22	0.00		-	-		-	0.24						
DESCARGA TOTAL:													5.040

Aforo N° 01 en tramo 2

REGISTRO DE AFORO CON CORRENTÓMETRO													
Junta de usuarios:		Medio y Bajo Piura			Canal:		Sinchao		Aforo N°:		2		
Comisión de usuarios:		Sinchao Parte Alta			Estación de aforo:		Km 2+269		Fecha:		26/02/2018		
Sondeos		Datos del Correntómetro				Velocidad (m/s)			Sección			Descarga Parcial	
Distancia del punto inicial	Profundidad	Profundidad de observación		N° de revoluciones	Tiempo	Valor de n	En el punto	Coefficiente	Media del tramo	Ancho	Profundidad media		Area
(m)	(m)	Método	(m)		(seg.)		(m/s)		(m/s)	(m)	(m)	(m2)	(m3/sg)
0.00	0.00	0.4 y	-	-	50	-	0.30						
0.63	0.48		0.19	115		2.30	0.61	2.30	0.52	1.26	0.45	0.56	0.293
1.26	0.86		0.34	124		2.48	0.65	2.48					
1.89	1.39		0.56	138		2.76	0.73	2.76	0.72	1.26	1.28	1.62	1.168
2.52	1.60		0.64	150		3.00	0.79	3.00					
0.55	1.67		0.67	151		3.02	0.79	3.02	0.78	1.10	1.66	1.83	1.426
1.10	1.71		0.68	145		2.90	0.76	2.90					
1.65	1.71		0.68	137		2.74	0.72	2.74	0.75	1.10	1.71	1.88	1.414
2.20	1.72		0.69	146		2.92	0.77	2.92					
2.75	1.72		0.69	160		3.20	0.84	3.20	0.82	1.10	1.72	1.89	1.554
3.30	1.71		0.68	164		3.28	0.86	3.28					
0.65	1.45		0.58	151		3.02	0.79	3.02	0.81	1.30	1.40	1.82	1.485
1.30	1.05		0.42	150		3.00	0.79	3.00					
1.95	0.52		0.21	128		2.56	0.67	2.56	0.60	1.30	0.52	0.68	0.408
2.60	0.00		-	-		-	0.337						
DESCARGA TOTAL:													7.748

Aforo N° 02 en punto de control 1

REGISTRO DE AFORO CON CORRENTÓMETRO														
Junta de usuarios: Medio y Bajo Piura		Comisión de usuarios: Sinchao Parte Alta		Canal: Sinchao		Estación de aforo: Km 7+565		Aforo N°: 2		Fecha: 26/02/2018				
Sondeos		Datos del Correntómetro				Velocidad (m/s)			Sección			Descarga Parcial		
Distancia del punto inicial	Profundidad	Profundidad de observación	N° de revoluciones	Tiempo	Valor de n	En el punto	Coefficiente	Media del tramo	Ancho	Profundidad media	Area			
(m)	(m)	Método	(m)		(seg.)		(m/s)		(m/s)	(m)	(m)	(m2)	(m3/sg)	
0.000	0.00	0.4 y	-	-	50	-	0.41							
0.38	0.24		0.10	155		3.10	0.81	3.10	0.74	0.75	0.24	0.18	0.133	
0.75	0.48		0.19	190		3.80	1.00	3.80						
1.13	0.73		0.29	196		3.92	1.03	3.92	1.04	0.75	0.73	0.55	0.565	
1.50	0.97		0.39	208		4.16	1.09	4.16						
1.88	1.23		0.49	212		4.24	1.11	4.24	1.10	0.76	1.24	0.94	1.032	
2.26	1.51		0.60	209		4.18	1.09	4.18						
0.42	1.51		0.60	206		4.12	1.08	4.12	1.06	0.83	1.51	1.25	1.330	
0.83	1.51		0.60	193		3.86	1.01	3.86						
1.25	1.51		0.60	171		3.42	0.90	3.42	0.90	0.83	1.51	1.25	1.131	
1.66	1.51		0.60	152		3.04	0.80	3.04						
2.08	1.51		0.60	140		2.80	0.74	2.80	0.81	0.83	1.51	1.25	1.009	
2.49	1.51		0.60	168		3.36	0.88	3.36						
0.38	1.23		0.49	172		3.44	0.90	3.44	0.89	0.75	1.24	0.93	0.826	
0.75	0.97		0.39	169		3.38	0.89	3.38						
1.13	0.73		0.29	128		2.56	0.67	2.56	0.75	0.75	0.73	0.55	0.408	
1.50	0.48		0.19	130		2.60	0.68	2.60						
1.88	0.24		0.10	88		1.76	0.47	1.76	0.46	0.75	0.24	0.18	0.083	
2.25	0.00		-	-		-	-	0.23						
DESCARGA TOTAL:													6.517	

Aforo N° 02 en punto de control 02

REGISTRO DE AFORO CON CORRENTÓMETRO													
Junta de usuarios:		Medio y Bajo Piura		Canal:		Sinchao		Aforo N°:		3			
Comisión de usuarios:		Sinchao Parte Alta		Estación de aforo:		Km 2+269		Fecha:		7/03/2018			
Sondeos		Datos del Correntómetro				Velocidad (m/s)			Sección			Descarga Parcial	
Distancia del punto inicial	Profundidad	Profundidad de observación		N° de revoluciones	Tiempo	Valor de n	En el punto	Coefficiente	Media del tramo	Ancho	Profundidad media		Area
(m)	(m)	Método	(m)		(seg.)		(m/s)		(m/s)	(m)	(m)	(m2)	(m3/sg)
0.00	0.00	0.4 y	-	-	50	-	0.28						
0.42	0.27		0.11	106		2.12	0.56	2.12	0.50	0.84	0.27	0.23	0.113
0.84	0.54		0.22	125		2.50	0.66	2.50					
1.26	0.70		0.28	129		2.58	0.68	2.58	0.70	0.84	0.77	0.65	0.455
1.68	1.07		0.43	147		2.94	0.77	2.94					
2.10	1.33		0.53	159		3.18	0.83	3.18	0.82	0.84	1.35	1.13	0.925
2.52	1.64		0.66	161		3.22	0.85	3.22					
0.55	1.67		0.67	166		3.32	0.87	3.32	0.86	1.09	1.66	1.81	1.551
1.09	1.68		0.67	162		3.24	0.85	3.24					
1.64	1.69		0.68	145		2.90	0.76	2.90	0.82	1.09	1.69	1.84	1.515
2.18	1.70		0.68	163		3.26	0.86	3.26					
2.73	1.70		0.68	175		3.50	0.92	3.50	0.89	1.09	1.70	1.85	1.646
3.27	1.69		0.68	171		3.42	0.90	3.42					
0.43	1.63		0.65	168		3.36	0.88	3.36	0.88	0.86	1.52	1.31	1.153
0.86	1.25		0.50	164		3.28	0.86	3.28					
1.29	1.00		0.40	156		3.12	0.82	3.12	0.82	0.86	0.97	0.83	0.680
1.72	0.65		0.26	147		2.94	0.77	2.94					
2.15	0.45	0.18	126	2.52	0.66	2.52	0.61	0.86	0.37	0.32	0.192		
2.58	0.00	-	-	-	0.39								
DESCARGA TOTAL:													8.038

Aforo N° 03 en punto de control 01

REGISTRO DE AFORO CON CORRENTÓMETRO														
Junta de usuarios:		Medio y Bajo Piura			Canal:		Sinchao		Aforo N°:		3			
Comisión de usuarios:		Sinchao Parte Alta			Estación de aforo:		Km 7+565		Fecha:		7/03/2018			
Sondeos		Datos del Correntómetro				Velocidad (m/s)			Sección			Descarga Parcial		
Distancia del punto inicial	Profundidad	Profundidad de observación		N° de revoluciones	Tiempo	Valor de n	En el punto	Coefficiente	Media del tramo	Ancho	Profundidad media		Area	
(m)	(m)	Método	(m)		(seg.)		(m/s)		(m/s)	(m)	(m)	(m2)	(m3/sg)	
0.00	0.00	0.4 y	-	-	50	-	0.36							
0.38	0.25		0.10	138		2.76	0.73	2.76	0.63	0.76	0.25	0.19	0.121	
0.76	0.50		0.20	155		3.10	0.81	3.10						
1.14	0.75		0.30	192		3.84	1.01	3.84	0.97	0.76	0.75	0.57	0.551	
1.52	1.00		0.40	206		4.12	1.08	4.12						
1.90	1.26		0.50	220		4.40	1.15	4.40	1.13	0.76	1.26	0.96	1.085	
2.28	1.53		0.61	222		4.44	1.16	4.44						
0.42	1.53		0.61	220		4.40	1.15	4.40	1.14	0.83	1.53	1.27	1.451	
0.83	1.53		0.61	213		4.26	1.11	4.26						
1.25	1.53		0.61	194		3.88	1.02	3.88	1.01	0.83	1.53	1.27	1.286	
1.66	1.53		0.61	173		3.46	0.91	3.46						
2.08	1.53		0.61	151		3.02	0.79	3.02	0.82	0.83	1.53	1.27	1.043	
2.49	1.53		0.61	145		2.90	0.76	2.90						
0.38	1.26		0.50	166		3.32	0.87	3.32	0.84	0.76	1.26	0.96	0.806	
0.76	1.00		0.40	169		3.38	0.89	3.38						
1.14	0.75		0.30	142		2.84	0.75	2.84	0.78	0.76	0.75	0.57	0.443	
1.52	0.50		0.20	133		2.66	0.70	2.66						
1.90	0.25		0.10	91		1.82	0.48	1.82	0.47	0.76	0.25	0.19	0.090	
2.28	0.00		-	-		-	0.24							
DESCARGA TOTAL:													6.876	

Aforo N° 03 en punto de control 02

REGISTRO DE AFORO CON CORRENTÓMETRO														
Junta de usuarios:		Medio y Bajo Piura		Canal:		Sinchao		Aforo N°:		4				
Comisión de usuarios:		Sinchao Parte Alta		Estación de aforo:		Km 2+269		Fecha:		15/03/2018				
Sondeos		Datos del Correntómetro				Velocidad (m/s)			Sección			Descarga Parcial		
Distancia del punto inicial	Profundidad	Profundidad de observación		N° de revoluciones	Tiempo	Valor de n	En el punto	Coefficente	Media del tramo	Ancho	Profundidad media		Area	
(m)	(m)	Método	(m)		(seg.)		(m/s)		(m/s)	(m)	(m)	(m2)	(m3/sg)	
0.00	0.00	0.4 y	-	-	50	-	0.29							
0.41	0.27		0.11	110		2.20	0.58	2.20	0.52	0.82	0.27	0.22	0.115	
0.82	0.54		0.22	131		2.62	0.69	2.62						
1.23	0.70		0.28	134		2.68	0.71	2.68	0.73	0.82	0.77	0.63	0.459	
1.64	1.07		0.43	150		3.00	0.79	3.00						
2.05	1.33		0.53	162		3.24	0.85	3.24	0.83	0.82	1.35	1.10	0.920	
2.46	1.64		0.66	164		3.28	0.86	3.28						
0.55	1.68		0.67	167		3.34	0.88	3.34	0.87	1.09	1.68	1.83	1.595	
1.09	1.71		0.68	168		3.36	0.88	3.36						
1.64	1.71		0.68	145		2.90	0.76	2.90	0.83	1.09	1.71	1.87	1.546	
2.18	1.72		0.69	160		3.20	0.84	3.20						
2.73	1.73		0.69	173		3.46	0.91	3.46	0.90	1.09	1.73	1.88	1.688	
3.27	1.73		0.69	180		3.60	0.94	3.60						
0.44	1.64		0.66	180		3.60	0.94	3.60	0.93	0.88	1.53	1.35	1.257	
0.88	1.22		0.49	174		3.48	0.91	3.48						
1.32	0.97		0.39	170		3.40	0.89	3.40	0.87	0.88	0.94	0.82	0.714	
1.76	0.62		0.25	151		3.02	0.79	3.02						
2.20	0.43		0.17	131		2.62	0.69	2.62	0.63	0.88	0.35	0.31	0.193	
2.64	0.00		-	-		-	0.40							
DESCARGA TOTAL:													8.294	

Aforo N° 04 en punto de control 01

REGISTRO DE AFORO CON CORRENTÓMETRO														
Junta de usuarios:		Medio y Bajo Piura		Canal:		Sinchao		Aforo N°:		4				
Comisión de usuarios:		Sinchao Parte Alta		Estación de aforo:		Km 7+565		Fecha:		15/03/2018				
Sondeos		Datos del Correntómetro				Velocidad (m/s)			Sección			Descarga Parcial		
Distancia del punto inicial	Profundidad	Profundidad de observación		N° de revoluciones	Tiempo	Valor de n	En el punto	Coefficiente	Media del tramo	Ancho	Profundidad media		Area	
(m)	(m)	Método	(m)		(seg.)		(m/s)		(m/s)	(m)	(m)	(m2)	(m3/sg)	
0.00	0.00	0.4 y	-	-	50	-	0.41							
0.39	0.26		0.10	157		3.14	0.82	3.14	0.75	0.77	0.26	0.20	0.149	
0.77	0.52		0.21	191		3.82	1.00	3.82						
1.16	0.78		0.31	199		3.98	1.04	3.98	1.05	0.77	0.78	0.60	0.627	
1.54	1.03		0.41	211		4.22	1.10	4.22						
1.93	1.29		0.52	215		4.30	1.13	4.30	1.12	0.77	1.29	0.99	1.111	
2.31	1.54		0.62	217		4.34	1.14	4.34						
0.42	1.54		0.62	208		4.16	1.09	4.16	1.08	0.84	1.54	1.29	1.402	
0.84	1.54		0.62	196		3.92	1.03	3.92						
1.26	1.54		0.62	175		3.50	0.92	3.50	0.92	0.84	1.54	1.29	1.192	
1.68	1.54		0.62	156		3.12	0.82	3.12						
2.10	1.54		0.62	148		2.96	0.78	2.96	0.83	0.84	1.54	1.29	1.078	
2.52	1.54		0.62	172		3.44	0.90	3.44						
0.39	1.29		0.52	178		3.56	0.93	3.56	0.93	0.77	1.29	0.99	0.918	
0.77	1.03		0.41	180		3.60	0.94	3.60						
1.16	0.78		0.31	140		2.80	0.74	2.80	0.80	0.77	0.78	0.60	0.480	
1.54	0.52		0.21	138		2.76	0.73	2.76						
1.93	0.26		0.10	91		1.82	0.48	1.82	0.48	0.77	0.26	0.20	0.097	
2.31	0.00		-	-		-	0.24							
DESCARGA TOTAL:													7.054	

Aforo N° 04 en punto de control 02

REGISTRO DE AFORO CON CORRENTÓMETRO													
Junta de usuarios:		Medio y Bajo Piura			Canal:		Sinchao		Aforo N°:		5		
Comisión de usuarios:		Sinchao Parte Alta			Estación de aforo:		Km 2+269		Fecha:		6/04/2018		
Sondeos		Datos del Correntómetro				Velocidad (m/s)			Sección			Descarga Parcial	
Distancia del punto inicial	Profundidad	Profundidad de observación		N° de revoluciones	Tiempo	Valor de n	En el punto	Coefficiente	Media del tramo	Ancho	Profundidad media		Area
(m)	(m)	Método	(m)		(seg.)		(m/s)		(m/s)	(m)	(m)	(m2)	(m3/sg)
0.00	0.00	0.4 y	-	-	50	-	0.21						
0.57	0.36		0.14	78		1.56	0.41	1.56	0.37	1.15	0.39	0.44	0.17
1.15	0.80		0.32	94		1.88	0.50	1.88					
1.72	1.20		0.48	105		2.10	0.55	2.10	0.55	1.15	1.18	1.35	0.74
2.29	1.53		0.61	112		2.24	0.59	2.24					
0.41	1.52		0.61	114		2.28	0.60	2.28	0.60	0.83	1.55	1.28	0.77
0.83	1.59		0.64	116		2.32	0.61	2.32					
1.24	1.58		0.63	100		2.00	0.53	2.00	0.56	0.83	1.59	1.31	0.73
1.65	1.59		0.64	101		2.02	0.53	2.02					
2.07	1.60		0.64	107		2.14	0.57	2.14	0.54	0.83	1.60	1.32	0.72
2.48	1.62		0.65	100		2.00	0.53	2.00					
2.89	1.63		0.65	120		2.40	0.63	2.40	0.60	0.83	1.63	1.34	0.81
3.30	1.63		0.65	122		2.44	0.64	2.44					
0.63	1.23		0.49	118		2.36	0.62	2.36	0.62	1.27	1.22	1.54	0.96
1.27	0.79		0.32	115		2.30	0.61	2.30					
1.90	0.39		0.16	101		2.02	0.53	2.02	0.47	1.27	0.39	0.50	0.23
2.53	0.00		-	-		-	0.27						
DESCARGA TOTAL:													5.125

Aforo N° 05 en punto de control 01

REGISTRO DE AFORO CON CORRENTÓMETRO														
Junta de usuarios:		Medio y Bajo Piura			Canal:		Sinchao		Aforo N°:		5			
Comisión de usuarios:		Sinchao Parte Alta			Estación de aforo:		Km 7+565		Fecha:		6/04/2018			
Sondeos		Datos del Correntómetro				Velocidad (m/s)			Sección			Descarga Parcial		
Distancia del punto inicial	Profundidad	Profundidad de observación		N° de revoluciones	Tiempo	Valor de n	En el punto	Coefficiente	Media del tramo	Ancho	Profundidad media		Area	
(m)	(m)	Método	(m)		(seg.)		(m/s)		(m/s)	(m)	(m)	(m2)	(m3/sg)	
0.00	0.00	0.4 y	-	-	50	-	0.24							
0.52	0.39		0.16	91		1.82	0.48	1.82	0.43	1.05	0.36	0.38	0.164	
1.05	0.70		0.28	109		2.18	0.58	2.18						
1.57	1.07		0.43	131		2.62	0.69	2.62	0.66	1.05	1.06	1.11	0.732	
2.09	1.42		0.57	135		2.70	0.71	2.70						
0.42	1.42		0.57	132		2.64	0.69	2.64	0.68	0.85	1.42	1.20	0.812	
0.85	1.42		0.57	118		2.36	0.62	2.36						
1.27	1.42		0.57	101		2.02	0.53	2.02	0.61	0.85	1.42	1.20	0.737	
1.69	1.42		0.57	130		2.60	0.68	2.60						
2.12	1.42		0.57	152		3.04	0.80	3.04	0.76	0.85	1.42	1.20	0.909	
2.54	1.42		0.57	150		3.00	0.79	3.00						
0.52	1.10		0.44	145		2.90	0.76	2.90	0.76	1.05	1.11	1.16	0.880	
1.05	0.80		0.32	139		2.78	0.73	2.78						
1.57	0.43		0.17	123		2.46	0.65	2.46	0.57	1.05	0.41	0.43	0.243	
2.09	0.00		-	-		-	0.32							
DESCARGA TOTAL:													4.479	

Aforo N° 05 en punto de control 02

REGISTRO DE AFORO CON CORRENTÓMETRO														
Junta de usuarios:		Medio y Bajo Piura			Canal:		Sinchao		Aforo N°:		6			
Comisión de usuarios:		Sinchao Parte Alta			Estación de aforo:		Km 2+269		Fecha:		12/04/2018			
Sondeos		Datos del Correntómetro				Velocidad (m/s)			Sección			Descarga Parcial		
Distancia del punto inicial	Profundidad	Profundidad de observación		N° de revoluciones	Tiempo	Valor de n	En el punto	Coefficiente	Media del tramo	Ancho	Profundidad media		Area	
(m)	(m)	Método	(m)		(seg.)		(m/s)		(m/s)	(m)	(m)	(m2)	(m3/sg)	
0.00	0.00	0.4 y	-	-	50	-	0.25							
0.58	0.38		0.15	96		1.92	0.51	1.92	0.44	1.16	0.39	0.45	0.199	
1.16	0.78		0.31	108		2.16	0.57	2.16						
1.74	1.14		0.46	123		2.46	0.65	2.46	0.65	1.16	1.15	1.33	0.874	
2.32	1.53		0.61	142		2.84	0.75	2.84						
0.58	1.62		0.65	146		2.92	0.77	2.92	0.74	1.16	1.60	1.86	1.376	
1.16	1.66		0.66	134		2.68	0.71	2.68						
1.74	1.68		0.67	140		2.80	0.74	2.80	0.72	1.16	1.68	1.94	1.395	
2.32	1.69		0.68	135		2.70	0.71	2.70						
2.90	1.69		0.68	142		2.84	0.75	2.84	0.74	1.16	1.67	1.94	1.442	
3.48	1.64		0.66	147		2.94	0.77	2.94						
0.62	1.18		0.47	142		2.84	0.75	2.84	0.73	1.23	1.19	1.46	1.073	
1.23	0.75		0.30	129		2.58	0.68	2.58						
1.85	0.40		0.16	110		2.20	0.58	2.20	0.52	1.23	0.38	0.47	0.244	
2.46	0.00		-	-		-	0.29							
DESCARGA TOTAL:													6.602	

Aforo N° 06 en punto de control 01

REGISTRO DE AFORO CON CORRENTÓMETRO														
Junta de usuarios:		Medio y Bajo Piura			Canal:		Sinchao			Aforo N°:		6		
Comisión de usuarios:		Sinchao Parte Alta			Estación de aforo:		Km 7+565			Fecha:		12/04/2018		
Sondeos		Datos del Correntómetro				Velocidad (m/s)			Sección			Descarga Parcial		
Distancia del punto inicial	Profundidad	Profundidad de observación		N° de revoluciones	Tiempo	Valor de n	En el punto	Coefficiente	Media del tramo	Ancho	Profundidad media		Area	
(m)	(m)	Método	(m)		(seg.)		(m/s)		(m/s)	(m)	(m)	(m2)	(m3/sg)	
0.00	0.00	0.4 y	-	-	50	-	0.29							
0.57	0.37		0.15	109		2.18	0.58	2.18	0.54	1.14	0.37	0.42	0.227	
1.14	0.74		0.30	143		2.86	0.75	2.86						
1.71	1.13		0.45	171		3.42	0.90	3.42	0.84	1.14	1.13	1.28	1.083	
2.28	1.51		0.60	168		3.36	0.88	3.36						
0.41	1.51		0.60	160		3.20	0.84	3.20	0.80	0.82	1.51	1.24	0.989	
0.82	1.51		0.60	128		2.56	0.67	2.56						
1.23	1.51		0.60	140		2.80	0.74	2.80	0.76	0.82	1.51	1.24	0.937	
1.64	1.51		0.60	164		3.28	0.86	3.28						
2.05	1.51		0.60	182		3.64	0.95	3.64	0.93	0.82	1.51	1.24	1.151	
2.46	1.51		0.60	186		3.72	0.97	3.72						
0.57	1.13		0.45	172		3.44	0.90	3.44	0.92	1.14	1.13	1.28	1.179	
1.14	0.74		0.30	167		3.34	0.88	3.34						
1.71	0.37		0.15	151		3.02	0.79	3.02	0.69	1.14	0.37	0.42	0.291	
2.28	0.00		-	-		-	0.40							
DESCARGA TOTAL:													5.857	

Aforo N° 06 en punto de control 02

REGISTRO DE AFORO CON CORRENTÓMETRO													
Junta de usuarios:		Medio y Bajo Piura			Canal:		Sinchao			Aforo N°:		7	
Comisión de usuarios:		Sinchao Parte Alta			Estación de aforo:		Km 2+269			Fecha:		19/04/2018	
Sondeos		Datos del Correntómetro				Velocidad (m/s)			Sección			Descarga Parcial	
Distancia del punto inicial	Profundidad	Profundidad de observación		N° de revoluciones	Tiempo	Valor de n	En el punto	Coefficiente	Media del tramo	Ancho	Profundidad media		Area
(m)	(m)	Método	(m)		(seg.)		(m/s)		(m/s)	(m)	(m)	(m2)	(m3/sg)
0.00	0.00	0.4 y	-	-	50	-	0.26						
0.58	0.38		0.15	98		1.96	0.52	1.96	0.45	1.16	0.39	0.45	0.204
1.16	0.78		0.31	111		2.22	0.59	2.22					
1.74	1.14		0.46	127		2.54	0.67	2.54	0.68	1.16	1.15	1.33	0.899
2.32	1.52		0.61	147		2.94	0.77	2.94					
0.59	1.55		0.62	154		3.08	0.81	3.08	0.76	1.17	1.57	1.84	1.407
1.17	1.64		0.66	135		2.70	0.71	2.70					
1.76	1.70		0.68	140		2.80	0.74	2.80	0.72	1.17	1.69	1.98	1.419
2.35	1.72		0.69	134		2.68	0.71	2.68					
2.93	1.72		0.69	146		2.92	0.77	2.92	0.76	1.17	1.70	2.00	1.513
3.52	1.67		0.67	152		3.04	0.80	3.04					
0.62	1.22		0.49	148		2.96	0.78	2.96	0.76	1.24	1.23	1.53	1.163
1.24	0.79		0.32	135		2.70	0.71	2.70					
1.87	0.43		0.17	115		2.30	0.61	2.30	0.54	1.24	0.41	0.51	0.273
2.49	0.00		-	-		-	0.30						
DESCARGA TOTAL:													6.878

Aforo N° 07 en punto de control 01

REGISTRO DE AFORO CON CORRENTÓMETRO														
Junta de usuarios:		Medio y Bajo Piura			Canal:		Sinchao		Aforo N°:		7			
Comisión de usuarios:		Sinchao Parte Alta			Estación de aforo:		Km 7+565		Fecha:		19/04/2018			
Sondeos		Datos del Correntómetro				Velocidad (m/s)			Sección			Descarga Parcial		
Distancia del punto inicial	Profundidad	Profundidad de observación		N° de revoluciones	Tiempo	Valor de n	En el punto	Coefficiente	Media del tramo	Ancho	Profundidad media		Area	
(m)	(m)	Método	(m)		(seg.)		(m/s)		(m/s)	(m)	(m)	(m2)	(m3/sg)	
0.00	0.00	0.4 y	-	-	50	-	0.29							
0.58	0.39		0.15	109		2.18	0.58	2.18	0.54	1.16	0.39	0.45	0.241	
1.16	0.77		0.31	145		2.90	0.76	2.90						
1.73	1.16		0.46	178		3.56	0.93	3.56	0.87	1.16	1.16	1.34	1.165	
2.31	1.54		0.62	176		3.52	0.92	3.52						
0.41	1.54		0.62	164		3.28	0.86	3.28	0.81	0.82	1.54	1.26	1.017	
0.82	1.54		0.62	120		2.40	0.63	2.40						
1.23	1.54		0.62	138		2.76	0.73	2.76	0.74	0.82	1.54	1.26	0.941	
1.64	1.54		0.62	167		3.34	0.88	3.34						
2.05	1.54		0.62	191		3.82	1.00	3.82	0.97	0.82	1.54	1.26	1.225	
2.46	1.54		0.62	197		3.94	1.03	3.94						
0.58	1.16		0.46	179		3.58	0.94	3.58	0.96	1.16	1.16	1.34	1.279	
1.16	0.77		0.31	172		3.44	0.90	3.44						
1.73	0.39		0.15	155		3.10	0.81	3.10	0.71	1.16	0.39	0.45	0.315	
2.31	0.00		-	-		-	0.41							
DESCARGA TOTAL:													6.182	

Aforo N° 07 en punto de control 02

REGISTRO DE AFORO CON CORRENTÓMETRO														
Junta de usuarios: Medio y Bajo Piura		Canal: Sinchao		Aforo N°: 8										
Comisión de usuarios: Sinchao Parte Alta		Estación de aforo: Km 2+269		Fecha: 27/04/2018										
Sondeos		Datos del Correntómetro				Velocidad (m/s)			Sección			Descarga Parcial		
Distancia del punto inicial	Profundidad	Profundidad de observación		N° de revoluciones	Tiempo	Valor de n	En el punto	Coeficiente	Media del tramo	Ancho	Profundidad media		Area	
(m)	(m)	Método	(m)		(seg.)		(m/s)		(m/s)	(m)	(m)	(m2)	(m3/sg)	
0.00	0.00	0.4 y	-	-	50	-	0.27							
0.59	0.43		0.17	102		2.04	0.54	2.04	0.47	1.19	0.41	0.49	0.230	
1.19	0.80		0.32	116		2.32	0.61	2.32						
1.78	1.15		0.46	131		2.62	0.69	2.62	0.69	1.19	1.17	1.38	0.954	
2.37	1.55		0.62	146		2.92	0.77	2.92						
0.55	1.60		0.64	150		3.00	0.79	3.00	0.77	1.10	1.61	1.76	1.354	
1.10	1.68		0.67	142		2.84	0.75	2.84						
1.64	1.68		0.67	126		2.52	0.66	2.52	0.72	1.10	1.69	1.85	1.329	
2.19	1.70		0.68	142		2.84	0.75	2.84						
2.74	1.70		0.68	158		3.16	0.83	3.16	0.81	1.10	1.70	1.86	1.507	
3.29	1.70		0.68	162		3.24	0.85	3.24						
0.65	1.43		0.57	151		3.02	0.79	3.02	0.81	1.30	1.39	1.80	1.467	
1.30	1.03		0.41	152		3.04	0.80	3.04						
1.95	0.50		0.20	128		2.56	0.67	2.56	0.60	1.30	0.51	0.66	0.400	
2.60	0.00		-	-		-	0.34							
DESCARGA TOTAL:													7.242	

Aforo N° 08 en punto de control 01

REGISTRO DE AFORO CON CORRENTÓMETRO													
Junta de usuarios: Medio y Bajo Piura		Canal: Sinchao		Aforo N°: 8									
Comisión de usuarios: Sinchao Parte Alta		Estación de aforo: Km 7+565		Fecha: 27/04/2018									
Sondeos		Datos del Correntómetro				Velocidad (m/s)			Sección			Descarga Parcial	
Distancia del punto inicial	Profundidad	Profundidad de observación		N° de revoluciones	Tiempo	Valor de n	En el punto	Coeficiente	Media del tramo	Ancho	Profundidad media		Area
(m)	(m)	Método	(m)		(seg.)		(m/s)		(m/s)	(m)	(m)	(m2)	(m3/sg)
0.00	0.00	0.4 y	-	-	50	-	0.25						
0.60	0.40		0.16	94		1.88	0.50	1.88	0.50	1.19	0.40	0.48	0.240
1.19	0.80		0.32	145		2.90	0.76	2.90					
1.79	1.20		0.48	171		3.42	0.90	3.42	0.81	1.19	1.20	1.43	1.156
2.38	1.59		0.64	147		2.94	0.77	2.94					
0.42	1.59		0.64	166		3.32	0.87	3.32	0.77	0.83	1.59	1.33	1.027
0.83	1.59		0.64	129		2.58	0.68	2.58					
1.25	1.59		0.64	108		2.16	0.57	2.16	0.69	0.83	1.59	1.33	0.919
1.67	1.59		0.64	158		3.16	0.83	3.16					
2.09	1.59		0.64	183		3.66	0.96	3.66	0.93	0.83	1.59	1.33	1.233
2.50	1.59		0.64	191		3.82	1.00	3.82					
0.60	1.20		0.48	192		3.84	1.01	3.84	0.99	1.19	1.20	1.43	1.418
1.19	0.80		0.32	186		3.72	0.97	3.72					
1.79	0.40		0.16	155		3.10	0.81	3.10	0.73	1.19	0.40	0.48	0.349
2.38	0.00		-	-		-	0.41						
DESCARGA TOTAL:													6.341

Aforo N° 08 en punto de control 02

Aforo N° 01 - 20/02/2018								
Toma	Progresiva (Km)	Ancho de la compuerta (m)	Tirante aguas arriba (m)	Abertura de la compuerta (m)	Coefficiente de contracción	Coefficiente de velocidad	Coefficiente de descarga	Caudal (m³/s)
T-6D Sincapi	4+960	0.8	1.53	0.08	0.62	0.9641	0.5883	0.2063

Aforo N° 01 en tomas laterales de distribución

Aforo N° 02 - 26/02/2018								
Toma	Progresiva (Km)	Ancho de la compuerta (m)	Tirante aguas arriba (m)	Abertura de la compuerta (m)	Coefficiente de contracción	Coefficiente de velocidad	Coefficiente de descarga	Caudal (m³/s)
T-2D Independencia	0+855	0.8	1.76	0.06	0.62	0.9627	0.5907	0.1666
T-4D Casarana	2+320	0.8	1.71	0.02	0.62	0.9607	0.5940	0.0413
T-5D Alto de los Mores	2+844	0.8	1.69	0.15	0.62	0.9670	0.5837	0.4033
T-6D Sincapi	4+960	0.8	1.61	0.15	0.62	0.9674	0.5832	0.3933
T-9D Montegrande	6+875	0.8	1.54	0.11	0.62	0.9656	0.5859	0.2834

Aforo N° 02 en tomas laterales de distribución

Aforo N° 03 - 07/03/2018								
Toma	Progresiva (Km)	Ancho de la compuerta (m)	Tirante aguas arriba (m)	Abertura de la compuerta (m)	Coefficiente de contracción	Coefficiente de velocidad	Coefficiente de descarga	Caudal (m³/s)
T-3D Esther María	1+574	0.8	1.72	0.13	0.62	0.9660	0.5853	0.3536
T-5D Alto de los Mores	2+844	0.8	1.68	0.14	0.62	0.9666	0.5844	0.3758
T-5I Santa Rosa	2+877	0.8	1.68	0.03	0.62	0.9614	0.5928	0.0817
T-6D Sincapi	4+960	0.8	1.61	0.11	0.62	0.9654	0.5863	0.2900
T-9D Montegrande	6+875	0.8	1.55	0.11	0.62	0.9656	0.5859	0.2843

Aforo N° 03 en tomas laterales de distribución

Aforo N° 04 - 15/03/2018								
Toma	Progresiva (Km)	Ancho de la compuerta (m)	Tirante aguas arriba (m)	Abertura de la compuerta (m)	Coefficiente de contracción	Coefficiente de velocidad	Coefficiente de descarga	Caudal (m³/s)
T-5D Alto de los Mores	2+844	0.8	1.7	0.10	0.62	0.9646	0.5875	0.2714
T-5I Santa Rosa	2+877	0.8	1.7	0.04	0.62	0.9619	0.5920	0.1094
T-6D Sincapi	4+960	0.8	1.63	0.14	0.62	0.9668	0.5841	0.3699
T-9D Montegrande	6+875	0.8	1.56	0.14	0.62	0.9671	0.5836	0.3616

Aforo N° 04 en tomas laterales de distribución

Aforo N° 05 - 06/04/2018								
Toma	Progresiva (Km)	Ancho de la compuerta (m)	Tirante aguas arriba (m)	Abertura de la compuerta (m)	Coefficiente de contracción	Coefficiente de velocidad	Coefficiente de descarga	Caudal (m³/s)
T-3D Esther Maria	1+574	0.8	1.66	0.07	0.62	0.9633	0.5896	0.1884
T-5D Alto de los Mores	2+844	0.8	1.61	0.14	0.62	0.9669	0.5839	0.3676
T-6D Sincape	4+960	0.8	1.52	0.07	0.62	0.9636	0.5891	0.1802

Aforo N° 05 en tomas laterales de distribución

Aforo N° 06 - 12/04/2018								
Toma	Progresiva (Km)	Ancho de la compuerta (m)	Tirante aguas arriba (m)	Abertura de la compuerta (m)	Coefficiente de contracción	Coefficiente de velocidad	Coefficiente de descarga	Caudal (m³/s)
T-5D Alto de los Mores	2+844	0.8	1.65	0.08	0.62	0.9638	0.5888	0.2144
T-5I Santa Rosa	2+877	0.8	1.65	0.03	0.62	0.9614	0.5928	0.0809
T-6D Sincape	4+960	0.8	1.59	0.13	0.62	0.9665	0.5846	0.3396

Aforo N° 06 en tomas laterales de distribución

Aforo N° 07 - 19/04/2018								
Toma	Progresiva (Km)	Ancho de la compuerta (m)	Tirante aguas arriba (m)	Abertura de la compuerta (m)	Coefficiente de contracción	Coefficiente de velocidad	Coefficiente de descarga	Caudal (m³/s)
T-3D Esther Maria	1+574	0.8	1.72	0.09	0.62	0.9641	0.5883	0.2461
T-5D Alto de los Mores	2+844	0.8	1.68	0.12	0.62	0.9656	0.5859	0.3229
T-5I Santa Rosa	2+877	0.8	1.68	0.03	0.62	0.9614	0.5928	0.0817
T-9D Montegrande	6+875	0.8	1.56	0.07	0.62	0.9635	0.5893	0.1826

Aforo N° 07 en tomas laterales de distribución

Aforo N° 08 - 27/04/2018								
Toma	Progresiva (Km)	Ancho de la compuerta (m)	Tirante aguas arriba (m)	Abertura de la compuerta (m)	Coefficiente de contracción	Coefficiente de velocidad	Coefficiente de descarga	Caudal (m³/s)
T-5D Alto de los Mores	2+844	0.8	1.68	0.12	0.62	0.9656	0.5859	0.3229
T-6D Sincape	4+960	0.8	1.64	0.11	0.62	0.9653	0.5864	0.2927
T-7D Montemochi	6+300	0.8	1.61	0.06	0.62	0.9629	0.5902	0.1592

Aforo N° 08 en tomas laterales de distribución

ANEXO 4

INVENTARIO DE INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA

ESTRUCTURAS DE DISTRIBUCION: INVENTARIO DE CANALES LATERALES

Sector Hidraulico : Medio y Bajo Piura
Subsector Hidraulico : Sinchao Parte Alta

N°	Nombre del Lateral	UBICACIÓN		COORDENADAS UTM				Margen	Tipo de usos	Número total de usuarios	Área total bajo riego (Has)	Volumen otorgado según derecho de uso de agua (Hm3)	CARACTERISTICAS DEL CANAL										TOMAS				
		Nombre canal de derivación	Progresiva (Km)	Orden		Inicio							Final		Tipo	Material	Estado	Caudal (m3/seg)		Dimensiones				Longitud (Km)		Compuerta	
				Este	Norte	Este	Norte						Diseño	Operación				B (m)	b(m)	H (m)	Z	Revestido	Sin revestir	Ancho/ alto	Material	Estado	
1	Sinchao	Biaggio Arbulú	0+883	L1	532710	9413822	534623	9405237	1	Agrario	2361	855.81	15.53	Revestido	Concreto	Buena	11.00	11.00	9.00	3.00	2.00	1.50	9.12	-	1.20 / 2.00	Fierro	Buena

ESTRUCTURAS DE DISTRIBUCION: INVENTARIO DE CANALES LATERALES

Sector Hdraulico
Subsector Hdraulico
: Medio y Bajo Piura
: Sinchao Parte Alta

N°	Nombre del Canal	UBICACIÓN			COORDENADAS UTM				Margen	Número total de usuarios	Área total bajo riego (Has)	CARACTERÍSTICAS DEL CANAL										TOMAS		
		Canal de derivación	Progresiva (Km)	Orden	Inicio		Fin					Tipo	Material	Estado	Caudal (m3/seg.)	Dimensiones				Longitud (Km)		Compuerta		
					Este	Norte	Este	Norte								B (m)	b (m)	H (m)	Z	Revestido	Sin revestir	Ancho/ alto	Material	Estado
1	T-1D Mocara	Sinchao	0+234	12	532871	9413735	532891	9413383	D	1	5,99	Rústico	Tierra	Bueno	0,15	2,00	0,60	0,70	1,00		0,77	0,80/ 0,70	Fierro	Regular
2	T-2D Independencia	Sinchao	0+855	12	532909	9413078	532891	9413091	D	24	25,29	Revestido	Concreto	Bueno	0,40	2,00	0,60	0,70	1,00	0,03		0,80/ 0,70	Fierro	Bueno
3	T-3D Esther Maria	Sinchao	1+574	12	533092	9412385	532449	9412478	D	95	40,65	Rústico	Tierra	Regular	0,35	2,00	0,60	0,70	1,00		0,91	0,80/ 0,70	Fierro	Regular
4	T-4D Casarana	Sinchao	2+320	12	533484	9411758	533616	9411517	D	2	35,90	Rústico	Tierra	Regular	0,40	2,00	0,60	0,70	1,00		0,32	0,80/ 0,70	Fierro	Regular
5	T-5D Alto de los Mores	Sinchao	2+844	12	533654	9411273	532097	9409934	D	382	199,61	Revestido	Concreto /Tierra	Bueno	0,53	2,40	0,80	0,80	1,00	2,10	0,46	0,80/ 0,70	Fierro	Bueno
6	T-5I Santa Rosa	Sinchao	2+877	12	533673	9411236	533919	9409998	I	185	46,06	Rústico	Tierra	Regular	0,20	2,00	0,60	0,70	1,00		1,29	0,80/ 0,70	Fierro	Bueno
7	T-6I Los Angeles	Sinchao	4+400	12	533985	9409767	534115	9409895	I	86	17,39	Rústico	Tierra	Bueno	0,15	2,00	0,60	0,70	1,00		1,19	0,80/ 0,70	Fierro	Bueno
8	T-6D Sincape (C. La Manga)	Sinchao	4+960	12	534140	9409224	533159	9408530	D	339	145,80	Rústico	Tierra	Bueno	0,65	2,20	0,70	0,90	0,83		2,80	0,80/ 0,70	Fierro	Bueno
9	T-6I Orilleros Sincape	Sinchao	4+970	12	534157	9409212	534382	9408354	I	96	34,03	Rústico	Tierra	Bueno	0,30	2,00	0,60	0,70	1,00		1,22	0,80/ 0,70	Fierro	Bueno
10	T-7D Montemochio	Sinchao	6+300	12	534226	9407945	532360	9408263	D	116	55,37	Rústico	Tierra	Bueno	0,25	2,00	0,60	0,70	1,00		2,40	0,80/ 0,70	Fierro	Bueno
11	T-8I Zona Compuerta	Sinchao	6+300	12	534237	9407946	534448	9407410	I	134	48,48	Rústico	Tierra	Regular	0,35	2,10	0,70	0,80	1,00		0,75	0,80/ 0,70	Fierro	Bueno
12	T-8I P Zona Chero	Sinchao	6+732	12	534246	9407470	534956	9406415	I	236	68,71	Revestido	Concreto /Tierra	Regular	0,35	2,20	0,80	0,70	1,00	0,24	1,26	0,80/ 0,70	Fierro	Bueno
13	T-9D Montegrande	Sinchao	6+875	12	534240	9407363	532647	9407752	D	232	106,94	Revestido	Concreto	Bueno	0,35	1,20	0,60	0,60	0,50	1,75		0,80/ 0,70	Fierro	Bueno
14	T-10D Zona Silupu	Sinchao	7+900	12	534317	9406411	533660	9406877	D	106	28,41	Rústico	Tierra	Bueno	0,25	2,20	0,60	0,80	1,00		0,80	0,80/ 0,70	Fierro	Bueno
15	T-11I Paico	Sinchao	7+900	12	534327	9406418	534440	9406001	I	87	41,38	Rústico	Tierra	Bueno	0,25	2,00	0,60	0,70	1,00		0,77	0,80/ 0,70	Fierro	Bueno
16	T-11D Canal Yovera (Rosso Huertas)	Sinchao	8+500	12	534478	9405824	534051	9405932	D	93	43,79	Rústico	Tierra	Bueno	0,20	2,00	0,60	0,70	1,00		0,44	0,80/ 0,70	Fierro	Bueno
17	T-12I San Narciso	Sinchao	8+700	12	534492	9405608	534459	9405983	I	63	43,76	Rústico	Tierra	Regular	0,30	2,20	0,75	0,70	1,00		0,40	0,80/ 0,70	Fierro	Bueno

INVENTARIO DE OBRAS DE ARTE

Sector : Medio y Bajo Piura
Hidraulico
Subsector Hidraulico : Sinchao Parte Alta

N°	UBICACIÓN				OBRAS DE ARTE					
	Progresiva (Km)	Coordenadas UTM		Orden	Tipo	Estado	Dimensiones (m)			Material
		Este	Norte				Ancho	Alto	Largo	
1	0+487	532933	9413445	L1	Puente vehicular	Bueno	18.00	4.00	30.00	Concreto
2	2+269	533469	9411803	L1	Puente peatonal	Bueno	3.00	3.00	18.00	Concreto
3	2+981	533680	9411147	L1	Puente vehicular	Bueno	5.00	3.00	18.00	Concreto
4	3+829	533829	9410316	L1	Puente peatonal	Bueno	3.00	3.00	12.00	Concreto
5	4+206	533911	9409946	L1	Puente vehicular	Bueno	5.00	3.00	12.00	Concreto
6	4+893	534128	9409298	L1	Puente peatonal	Bueno	2.00	2.50	10.00	Concreto
7	5+003	534158	9409196	L1	Puente peatonal	Malo	2.00	2.50	10.00	Concreto
8	6+067	534222	9408177	L1	Puente vehicular	Bueno	5.00	3.00	10.00	Concreto
9	6+865	534243	9407373	L1	Puente peatonal	Bueno	2.00	2.50	10.00	Concreto
10	7+565	534277	9406683	L1	Puente vehicular	Regular	5.00	2.50	10.00	Concreto
11	8+299	534432	9405983	L1	Puente peatonal	Bueno	2.00	2.00	9.00	Concreto
12	8+579	534479	9405714	L1	Puente peatonal	Malo	1.75	2.00	9.00	Concreto
13	9+098	534626	9405233	L1	Puente vehicular	Bueno	5.00	2.00	9.00	Concreto
14	3+061	533694	9411072	L1	Check pico de pato	Bueno	14.00	2.00	25.00	Concreto
15	6+910	534243	9407339	L1	Check pico de pato	Bueno	12.00	2.00	22.00	Concreto
16	0+119	532816	9413787	L1	Pasarela	Bueno	1.50	4.00	9.50	Concreto

ANEXO 5

PLAN DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA

Plan de Distribución de Agua

Periodo: 19/02/2018 - 25/02/2018

Canal: (L-01) Sinchao

Subsector Hidráulico: Sinchao Parte Alta

Canal	Area bajo riego (Has)	Volumen neto (m3)	Volumen bruto (m3)	Eficiencia Promedio	Variación Caudal						
					19/02	20/02	21/02	22/02	23/02	24/02	25/02
T-2D Independencia	22,49	4285,5	5356,9	80	Q = 50		Q = 50		Q = 50		Q = 50
T-3D Esther Maria	26,09	3970,5	4963,1	80	Q = 50		Q = 50		Q = 50		Q = 50
T-4D Casarana	20,84	3126,0	3907,5	80	Q = 30	Q = 30	Q = 30		Q = 30	Q = 30	Q = 60
T-5D Alto de los Mores	90,43	124780,4	146800,5	85	Q = 300					Q = 130	
T-6I Los Angeles	7,43	22942,0	28677,5	80						Q = 150	
T-6D Sincapi (C. La Manga)	59,98	65042,0	76520,0	85	Q = 250				Q = 60		Q = 60
T-6I Orilleros Sincapi	4,05	3307,5	4134,4	80						Q = 100	
T-7D Montemochi	1,27	5009,5	6261,9	80						Q = 100	
T-9D Montegrande	50,46	107210,9	134013,6	80			Q = 360				
T-10D Zona Silupu	12,69	2151,0	2688,8	80	Q = 30		Q = 30		Q = 30		Q = 30
T-11I Paico	30,75	20521,5	25651,9	80	Q = 150		Q = 30		Q = 60	Q = 30	
T-11D Canal Yovera (Roso Huertas)	4,37	1501,5	1876,9	80	Q = 30		Q = 30		Q = 30		Q = 30
T-12I San Narciso	23,21	11098,6	13873,2	80		Q = 140	Q = 30		Q = 30		Q = 30
Total					Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Caudal neto (lt/seg)					748	767	764	702	753	743	773
Caudal bruto (lt/seg)					831	852	849	780	837	826	859

Caudal bruto promedio (lt/seg): 833

Caudal solicitado (lt/seg): 850

Plan de Distribución de Agua

Periodo: 26/02/2018 - 04/03/2018

Canal: (L-01) Sinchao

Subsector Hidráulico: Sinchao Parte Alta

Canal	Area bajo riego (Has)	Volumen neto (m3)	Volumen bruto (m3)	Eficiencia Promedio	Variación Caudal						
					26/02	27/02	28/02	1/03	2/03	3/03	4/03
T-1D Mocara	5,98	8970,0	10552,94	85						Q = 80	
T-2D Independencia	22,75	81013,0	101266,3	80	Q = 180						
T-3D Esther Maria	29,23	12552,5	15690,6	80		Q = 30		Q = 30		Q = 100	
T-4D Casarana	20,84	3126,0	3907,5	80	Q = 50		Q = 50		Q = 50		Q = 50
T-5D Alto de los Mores	71,35	205364,1	241604,8	85	Q = 420						
T-6I Los Angeles	1,14	4047,0	5058,8	80							Q = 80
T-6D Sincapi (C. La Manga)	78,43	200503,3	235886,2	85	Q = 400						
T-6I Orilleros Sincapi	2,47	370,5	463,1	80							Q = 60
T-7D Montemochi	0,82	1910,0	2387,5	80							Q = 120
T-9D Montegrande	46,10	94569,5	118211,9	80	Q = 300						
T-10D Zona Silupu	13,79	2187,5	2734,4	80		Q = 30		Q = 30		Q = 30	
T-11I Paico	24,70	3705,0	4631,3	80	Q = 50		Q = 50		Q = 50		Q = 50
T-11D Canal Yovera (Roso Huertas)	16,09	29298,5	36623,1	80					Q = 180		
T-12I San Narciso	25,37	80026,6	100033,3	80	Q = 220						
Total					Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Caudal neto (lt/seg)					1545	1539	1545	1539	1518	1403	1103
Caudal bruto (lt/seg)					1626	1620	1626	1620	1598	1477	1161

Caudal bruto promedio (lt/seg): 1533

Caudal solicitado (lt/seg): 1600

Plan de Distribución de Agua

Periodo: 05/03/2018 - 11/03/2018

Canal: (L-01) Sinchao

Subsector Hidráulico: Sinchao Parte Alta

Canal	Area bajo riego (Has)	Volumen neto (m3)	Volumen bruto (m3)	Eficiencia Promedio	Variación Caudal						
					5/03	6/03	7/03	8/03	9/03	10/03	11/03
T-2D Independencia	23,87	35805,0	44756,3	80					Q = 180		
T-3D Esther Maria	31,21	110509,0	138136,3	80	Q = 380						
T-4D Casarana	21,58	75314,0	94142,5	80				Q = 360			
T-5D Alto de los Mores	75,44	203341,1	239224,8	85	Q = 400						
T-5I Santa Rosa	11,94	35605,0	59341,7	60	Q = 100						
T-6I Los Angeles	10,16	21940,5	27425,6	80					Q = 140		
T-6D Sincapi (C. La Manga)	46,13	107599,6	126507,7	85	Q = 300						
T-6I Orilleros Sincapi	7,43	21269,5	26610,6	80					Q = 150		
T-7D Montemochi	3,69	8122,0	10152,5	80							Q = 120
T-8I Zona Compuerta	9,12	19050,0	23812,5	80						Q = 150	
T-9D Montegrande	55,30	91821,5	114776,9	80	Q = 300						
T-10D Zona Silupu	15,40	54397,5	67996,9	80	Q = 180						
T-11I Paico	32,76	100774,0	125967,5	80	Q = 210						
T-11D Canal Yovera (Roso Huertas)	7,34	18530,0	23162,5	80						Q = 140	
Total					Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Caudal neto (lt/seg)					1840	1870	1870	2005	1820	1833	1751
Caudal bruto (lt/seg)					2044	2078	2078	2228	2022	2037	1948

Caudal bruto promedio (lt/seg): 2062

Caudal solicitado (lt/seg): 2050

Plan de Distribución de Agua

Periodo: 12/03/2018 - 18/03/2018

Canal: (L-01) Sinchao

Subsector Hidráulico: Sinchao Parte Alta

Canal	Area bajo riego (Has)	Volumen neto (m3)	Volumen bruto (m3)	Eficiencia Promedio	Variación Caudal						
					12/03	13/03	14/03	15/03	16/03	17/03	18/03
T-1D Mocara	5,98	8970,0	10552,9	85						Q = 80	
T-3D Esther Maria	32,71	49065,0	61331,3	80					Q = 280		
T-4D Casarana	0,74	1332,0	1665,0	80							Q = 80
T-5D Alto de los Mores	67,54	149777,5	176208,8	85	Q = 300						
T-5I Santa Rosa	15,46	46052,0	76753,3	60	Q = 130						
T-6D Sincapi (C. La Manga)	88,22	155738,3	183221,6	85	Q = 400				Q = 300		
T-9D Montegrande	91,57	139562,7	174453,3	80	Q = 380						
T-10D Zona Silupu	17,36	26040,0	32550,0	80						Q = 200	
T-11D Canal Yovera (Roso Huertas)	23,18	38150,0	47687,5	80					Q = 80	Q = 250	
T-12I San Narciso	29,06	43590,9	54488,6	80	Q = 150						
Total					Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Caudal neto (lt/seg)					1360	1360	1360	1360	1337	1519	1191
Caudal bruto (lt/seg)					1511	1511	1511	1511	1486	1688	1323

Caudal bruto promedio (lt/seg): 1506

Caudal solicitado (lt/seg): 1500

Plan de Distribución de Agua

Periodo: 02/04/2018 - 08/04/2018

Canal: (L-01) Sinchao

Subsector Hidráulico: Sinchao Parte Alta

Canal	Area bajo riego (Has)	Volumen neto (m3)	Volumen bruto (m3)	Eficiencia Promedio	Variación Caudal						
					2/04	3/04	4/04	5/04	6/04	7/04	8/04
T-3D Esther Maria	33,20	50801,0	63501,3	80				Q = 200		Q = 240	
T-4D Casarana	0,74	1332,0	1665,0	80						Q = 80	
T-5D Alto de los Mores	116,77	201465,7	237018,5	85	Q = 400						
T-6I Los Angeles	10,82	16984,0	21230,0	80	Q = 100						
T-6D Sincapi (C. La Manga)	18,83	31069,5	36552,4	85			Q = 200				
T-9D Montegrande	32,20	50901,0	63626,3	80	Q = 250						
T-10D Zona Silupu	17,41	26115,0	32643,8	80	Q = 150						
T-11I Paico	34,79	52185,0	65231,3	80				Q = 200			
T-11D Canal Yovera (Roso Huertas)	1,86	4525,0	5656,3	80							Q = 80
Total					Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Caudal neto (lt/seg)					900	900	877	863	906	859	879
Caudal bruto (lt/seg)					947	947	923	929	954	904	925

Caudal bruto promedio (lt/seg): 933

Caudal solicitado (lt/seg): 1000

Plan de Distribución de Agua

Periodo: 09/04/2018 - 15/04/2018

Canal: (L-01) Sinchao

Subsector Hidráulico: Sinchao Parte Alta

Canal	Area bajo riego (Has)	Volumen neto (m3)	Volumen bruto (m3)	Eficiencia Promedio	Variación Caudal						
					9/04	10/04	11/04	12/04	13/04	14/04	15/04
T-1D Mocara	5,98	9568,0	11256,5	85						Q = 80	
T-2D Independencia	24,31	38896,0	48620,0	80	Q = 200						
T-4D Casarana	20,84	31260,0	39075,0	80					Q = 120		Q = 210
T-5D Alto de los Mores	34,48	61192,7	71991,4	85				Q = 250		Q = 220	
T-5I Santa Rosa	8,52	21046,0	35076,7	60				Q = 100			
T-6D Sincapi (C. La Manga)	108,07	178206,5	209654,7	85	Q = 420			Q = 350			
T-6I Orilleros Sincapi	8,67	13005,0	16256,3	80							Q = 160
T-9D Montegrande	59,39	93573,0	116966,3	80	Q = 380						
T-12I San Narciso	29,57	46899,0	58623,7	80				Q = 180			
Total					Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Caudal neto (lt/seg)					1000	1000	1017	1000	1000	1048	960
Caudal bruto (lt/seg)					1053	1053	1071	1053	1053	1103	1011

Caudal bruto promedio (lt/seg): 1057

Caudal solicitado (lt/seg): 1050

Plan de Distribución de Agua

Periodo: 16/04/2018 - 22/04/2018

Canal: (L-01) Sinchao

Subsector Hidráulico: Sinchao Parte Alta

Canal	Area bajo riego (Has)	Volumen neto (m3)	Volumen bruto (m3)	Eficiencia Promedio	Variación Caudal						
					16/04	17/04	18/04	19/04	20/04	21/04	22/04
T-3D Esther Maria	34,94	56600,0	70759,0	80				Q = 250			
T-4D Casarana	10,50	16500,0	21000,0	80							Q = 250
T-5D Alto de los Mores	116,77	201721,7	237319,6	85	Q = 400						
T-5I Santa Rosa	6,59	17248,0	28746,6	60	Q = 100						
T-6I Los Angeles	11,10	19862,0	24827,9	80						Q = 180	
T-6D Sincap (C. La Manga)	19,51	31148,0	36644,7	85	Q = 200						
T-7D Montemochio	3,09	6224,0	7780,0	80		Q = 100					
T-8I Zona Compuerta	1,60	9600,0	12000,0	80	Q = 100						
T-9D Montegrande	36,31	56068,0	71085,0	80			Q = 250				
T-11I Paico	34,79	55014,0	68767,5	80	Q = 220						
T-11D Canal Yovera (Roso Huertas)	18,15	28389,0	35486,3	80					Q = 140		
Total					Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Caudal neto (lt/seg)					1012	1010	1013	1008	1012	1010	1040
Caudal bruto (lt/seg)					1065	1063	1066	1061	1065	1063	1095

Caudal bruto promedio (lt/seg): 1068

Caudal solicitado (lt/seg): 1050

Plan de Distribución de Agua

Periodo: 23/04/2018 - 29/04/2018

Canal: (L-01) Sinchao

Subsector Hidráulico: Sinchao Parte Alta

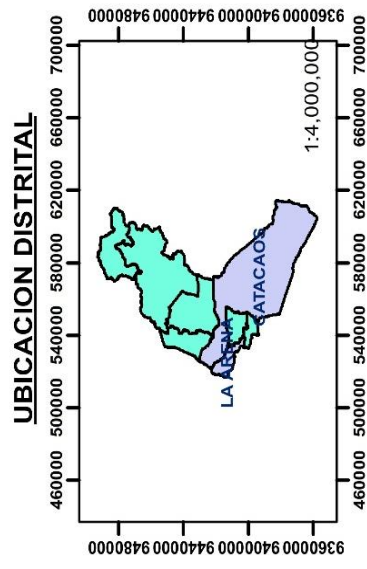
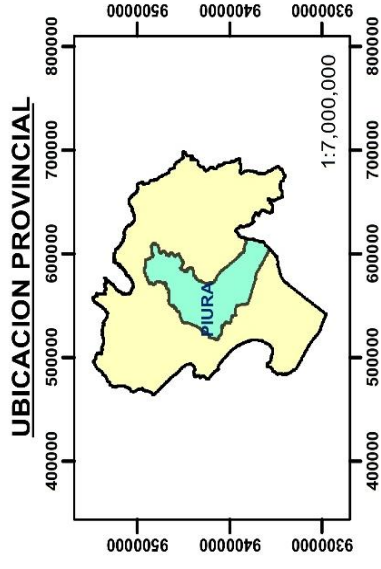
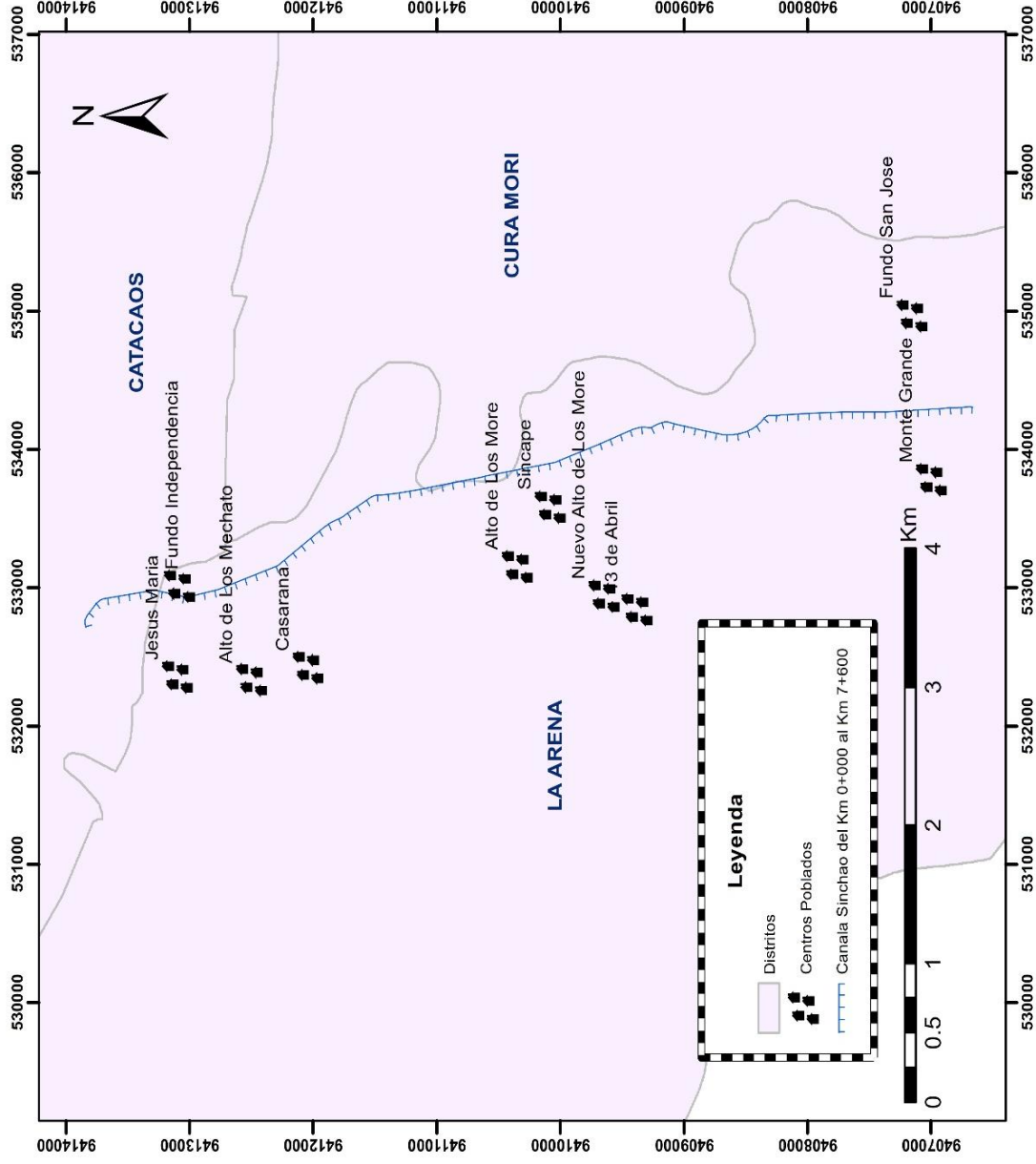
Canal	Area bajo riego (Has)	Volumen neto (m3)	Volumen bruto (m3)	Eficiencia Promedio	Variación Caudal						
					23/04	24/04	25/04	26/04	27/04	28/04	29/04
T-1D Mocara	5,98	9568,0	11256,5	85						Q = 70	
T-2D Independencia	24,31	38896,0	48620,0	80	Q = 200						
T-4D Casarana	10,34	16544,0	20680,0	80	Q = 200						
T-5D Alto de los Mores	52,56	88894,7	104582,0	85				Q = 200	Q = 340		
T-6D Sincap (C. La Manga)	108,23	175878,5	206915,9	85	Q = 400			Q = 300			
T-6I Orilleros Sincap	8,87	14222,0	17777,5	80			Q = 120				
T-7D Montemochio	12,21	34220,0	42775,0	80					Q = 160		
T-8I P Zona Chero	3,65	10752,9	12650,5	85						Q = 150	
T-9D Montegrande	61,85	97544,0	121930,0	80	Q = 350						
T-10D Zona Silupu	18,01	28816,0	36020,0	80						Q = 200	
T-12I San Narciso	28,82	45750,0	57187,5	80		Q = 180					
Total					Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Caudal neto (lt/seg)					1150	1143	1148	1165	1007	1142	1135
Caudal bruto (lt/seg)					1211	1203	1208	1226	1060	1202	1195


Caudal bruto promedio (lt/seg): 1186

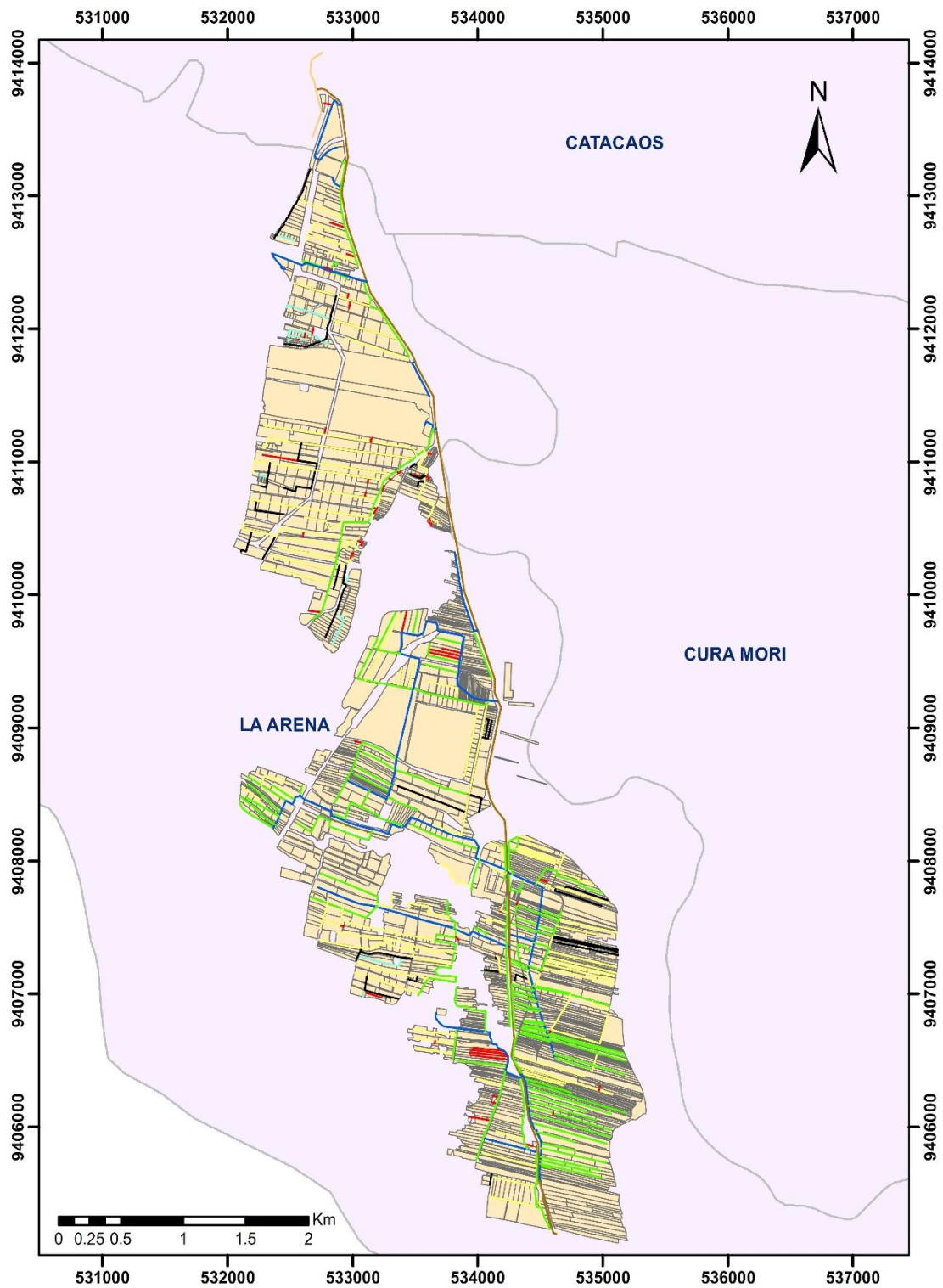
Caudal solicitado (lt/seg): 1200

ANEXO 6


ESQUEMAS Y PLANOS

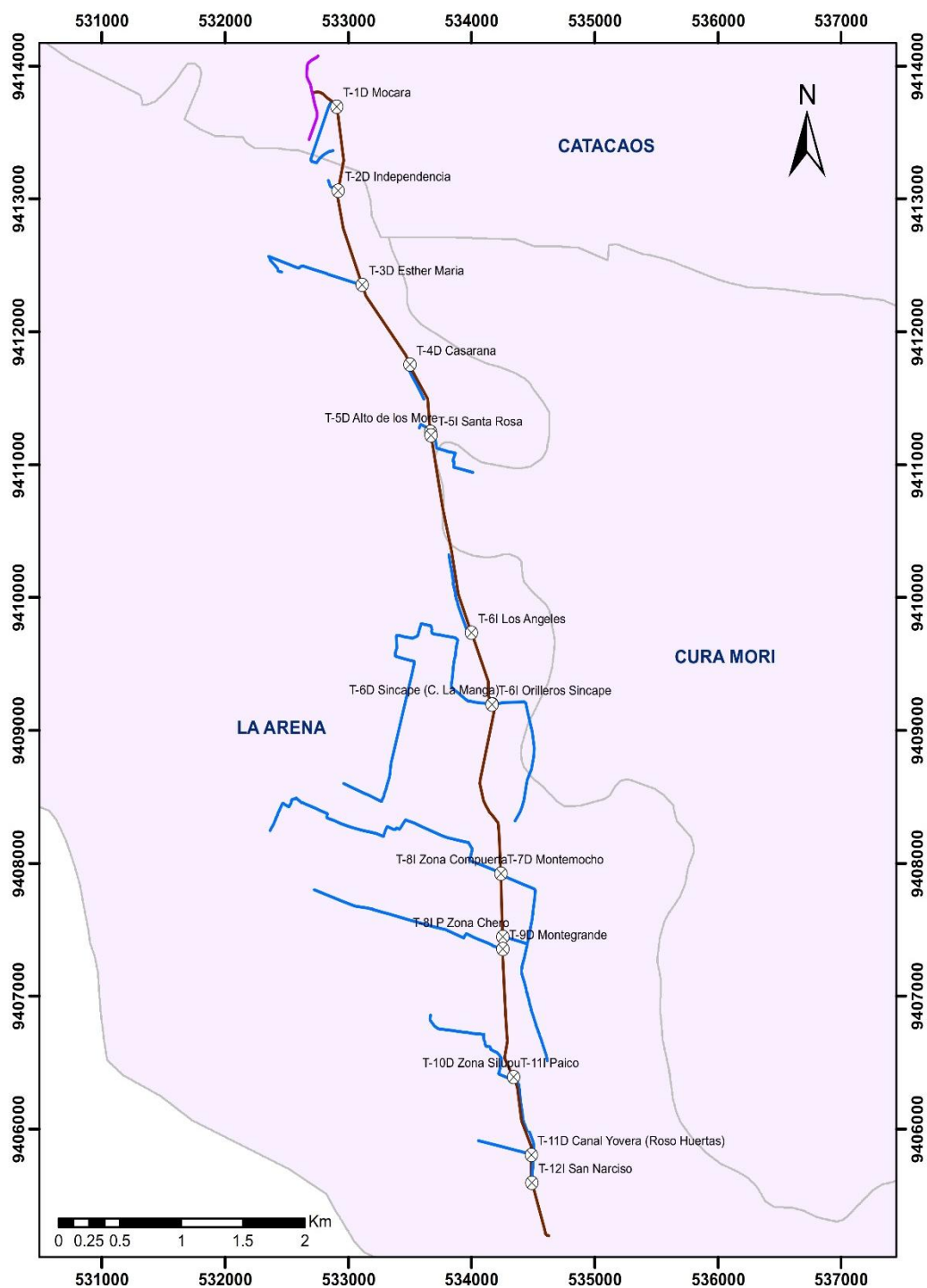


 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA FACULTAD DE AGRONOMIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA			
Tesis: Evaluación de la eficiencia de conducción del canal Sinchao desde la progresiva 0+000 hasta la progresiva 7+600, para optimizar la dotación de agua del SubSector Hidráulico Sinchao Parte Alta – Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Medio y Bajo Piura.			
Plano: Ubicación de la zona de investigación			
Elaborado por: Br. Manuel Wenceslao Nizama Bobadilla	Escala: Indicada	Lámina: 01	
Departamento: Piura	Provincia: Piura	Distrito: La Arena, Catacaos	



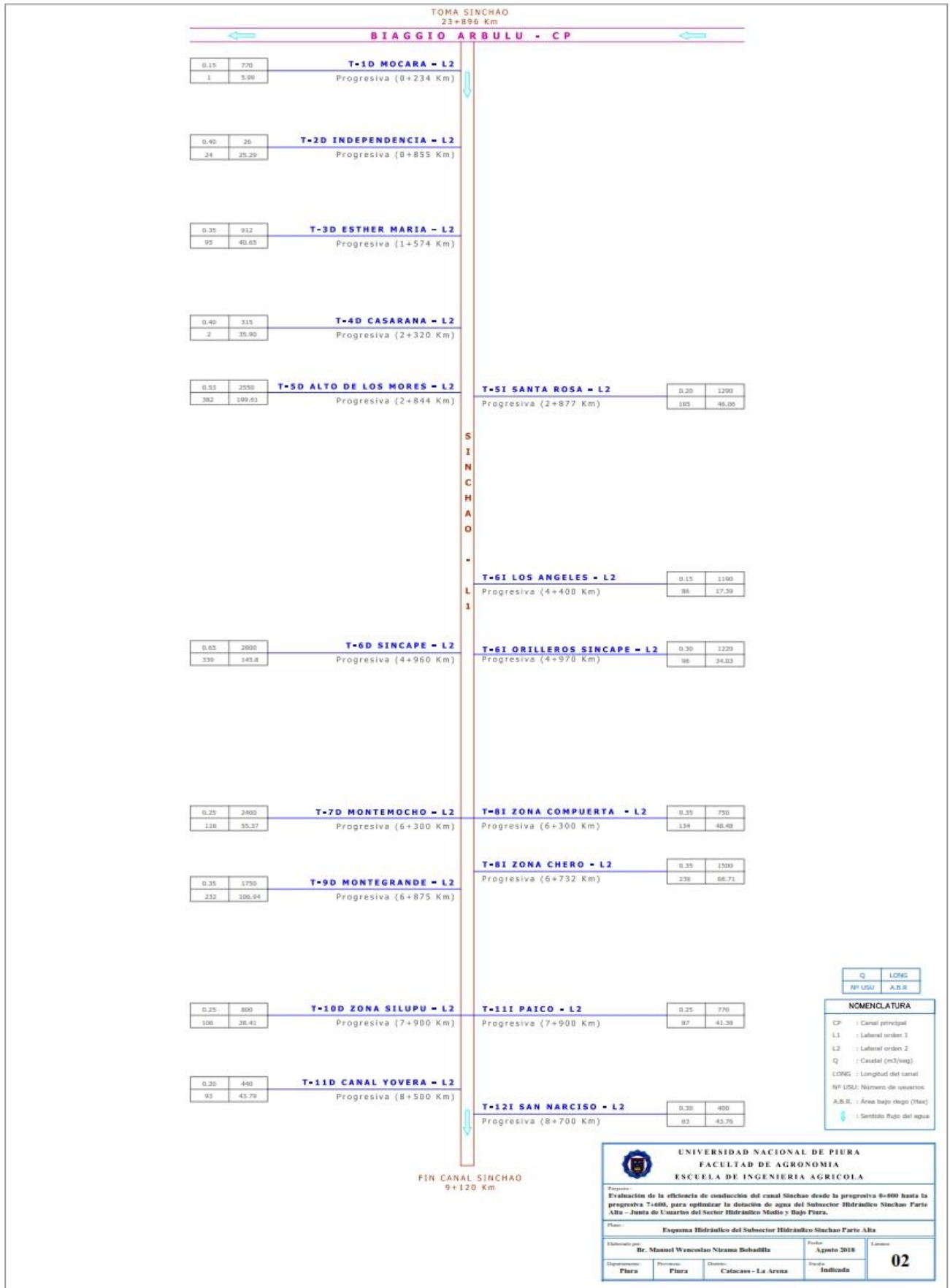
Leyenda	
	Districts
Red de canales	
	Canal de Derivación
	Lateral de 1er orden
	Lateral de 2do orden
	Lateral de 3er orden
	Lateral de 4to orden
	Lateral de 5to orden
	Lateral de 6to orden
	Toma a nivel predial

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA FACULTAD DE AGRONOMÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA 		
Tesis: Evaluación de la eficiencia de conducción del canal Sinchao desde la progresiva 0+000 hasta la progresiva 7+600, para optimizar la dotación de agua del SubSector Hidráulico Sinchao Parte Alta – Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Medio y Bajo Piura.		
Plano: Subsector Hidráulico Sinchao Parte Alta: Predios y red de canales		
Elaborado por: Br. Manuel Wenceslao Nizama Bobadilla	Escala: 1:45,000	Lámina: <div style="font-size: 2em; text-align: center;">02</div>
Departamento: Piura	Provincia: Piura	
Distrito: La Arena, Catacaos		



Leyenda	
	Districtos
	Tomas
Canales	
	Canal de derivación
	Lateral de 1er orden
	Lateral de 2do orden

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA FACULTAD DE AGRONOMÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA			
Tesis: Evaluación de la eficiencia de conducción del canal Sinchao desde la progresiva 0+000 hasta la progresiva 7+600, para optimizar la dotación de agua del SubSector Hidráulico Sinchao Parte Alta – Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Medio y Bajo Piura.			
Plano: Inventario de infraestructura hidráulica del subsector hidráulico Sinchao Parte Alta			
Elaborado por: Br. Manuel Wenceslao Nizama Bobadilla		Escala: 1:45,000	Lámina: 03
Departamento: Piura	Provincia: Piura	Districto: La Arena, Catacaos	



ANEXO 7

EVIDENCIA FOTOGRÁFICA



Toma Sinchao prog. 23+896 Km del canal Biaggio Arbulu



Punto de control en canal Sinchao con regla limnimétrica prog. 0+120 Km



Inventario de tomas laterales en canal Sinchao



Proceso de inventario de infraestructura hidráulica y obras de arte



Presencia de vegetación (izquierda) y fisuras en los taludes del canal, el cual se ha originado por el colapso de un puente peatonal (derecha).



Aforo en toma lateral utilizando la compuerta como estructura de control



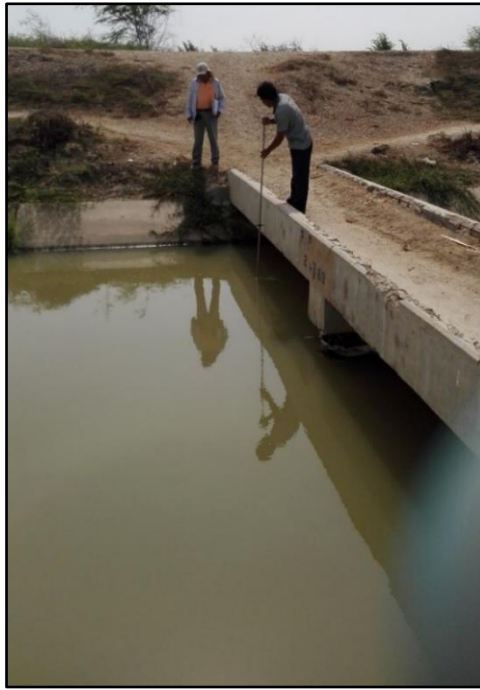
Acondicionamiento del punto de control (izquierda) instalación del correntómetro (derecha)



Procedimiento de aforo con el correntómetro OTT – C31



Control del contòmetro en el proceso de aforo a cargo del tesista



Aforo con correntómetro en punto de control 1 - Puente peatonal prog. 2+269 Km



Aforo con correntómetro en punto de control 2 prog. 7+565 Km



Aforo con correntómetro en punto de control 2 prog. 7+565 Km



Aforo con correntómetro en punto de control 1 prog. 2+269 Km